

**DESARROLLO DE HABILIDADES DE PENSAMIENTO INFERENCIAL,
MEDIADA POR UNA SECUENCIA DIDÁCTICA RELACIONADA CON EL
PROCESO DE BIODIGESTIÓN.**

DAVID ESTEBAN HERNÁNDEZ BARAHONA

Trabajo de grado para optar por el título Licenciado en Química

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
BOGOTÁ D.C.**

2020

**DESARROLLO DE HABILIDADES DE PENSAMIENTO INFERENCIAL,
MEDIADA POR UNA SECUENCIA DIDÁCTICA RELACIONADA CON EL
PROCESO DE BIODIGESTIÓN.**

DAVID ESTEBAN HERNANDEZ BARAHONA

Trabajo de grado para optar por el título Licenciado en Química

Director: Profesor MSc. DIEGO ALEXANDER BLANCO MARTÍNEZ

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LICENCIATURA EN QUÍMICA

BOGOTA D.C.

2020

Notas de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

En un inicio quiero resaltar el apoyo, ánimo y demás actitudes que han tenido varios de mis seres queridos para lograr culminar esta etapa de estudiante y finalizar mi titulación como docente en química, brindándome un grano de arena en cualquier etapa de mi proceso; Con el cariño de mis padres y familiares, los consejos, regaños y felicitaciones de mis amigos de colegio, del lugar donde resido y compañeros de carrera, especialmente a Luis Miguel González, Sergio Alejandro Vega y Juan de Dios Duque por ayudarme en la culminación del trabajo y generar una fortaleza en la parte sentimental.

Al Profesor Diego Blanco, por su paciencia, colaboración y enseñanzas tanto en mi proceso de formación como en la culminación de este trabajo, corrigiéndome y animándome en cada momento necesario.

A la profesora Deisy Baracaldo por su constante preocupación en todo mi proceso académico, con su buena disposición y colaboración en las dudas que se me presentaron frente a la carrera.

A la Profesora Dora Luz Gómez por brindarme la colaboración para poder realizar mi trabajo, además de los conocimientos brindados en los diferentes espacios académicos.

Finalmente, agradezco a cada uno de los profesores tanto los nombrados como todos los que ayudaron en mi proceso, ya que me dieron desde un inicio el apoyo que requería para confirmar el amor a esta hermosa ciencia, y aquellos que me demostraron la grandeza de ser un docente.

TABLA DE CONTENIDOS

LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	7
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE GRÁFICOS	8
LISTA DE ANEXOS	8
INTRODUCCIÓN	9
1. ANTECEDENTES	10
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. MARCO REFERENCIAL	13
3.1. Fundamentos.....	13
3.2. Habilidades de pensamiento.....	13
3.3. Pensamiento inferencial.....	14
3.5. Aprendizaje basado en resolución de problemas	15
3.6. Taxonomía SOLO	19
3.7. Diseño de un biodigestor	19
3.8. Volumen de masa.....	20
3.9. Temperatura.....	20
3.10. Microorganismos	21
3.11. Relación (C/N)	21
3.12. pH	21
3.13. Procesos de los microorganismos dentro del biodigestor	22
3.13.1. Fase I: Hidrólisis.....	22
3.13.2. Fase II: Fermentación o acidogénesis.....	23
3.13.3. Fase III: Acetogénica.....	24
3.13.4. Fase IV: Metanogénesis	24
3.14. Biol.....	25
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
5. OBJETIVOS.....	27
5.1. Objetivo general	27
5.2. Objetivo específico.....	27
6. METODOLOGÍA	28
6.1. Enfoque de la investigación.....	28

6.2. Metodología de la investigación	29
6.3. Etapas de la investigación	30
6.4. Propuesta de secuencia didáctica en la solución de problemas	32
6.4.1. Implementación de pregunta.....	32
6.4.2. Formulación de hipótesis	33
6.4.3. Cátedras didácticas	33
6.4.4. Solución del Problema:	34
6.5. Sujetos de estudio	35
7. RESULTADOS	37
7.1. Secuencia de actividades	37
7.1.1 Resultados del primer instrumento: Hipótesis	37
7.2.2. Resultados del segundo instrumento: Taller buscando el error	42
7.2.3. Resultados del tercer instrumento: Pregunta problema.....	47
8. CONCLUSIONES	52
9. RECOMENDACIONES	53
10. BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Identificación de pasos en la enseñanza por resolución de problemas. Elaboración propia.	19
Tabla 2 Identificación de elementos de evaluación. Elaboración propia.	36
Tabla 3 Formato de evaluación de la hipótesis. Elaboración propia.	38
Tabla 4 Niveles de evaluación a basado en la taxonomía SOLO para evaluar la hipótesis. Elaboración propia.	38
Tabla 5 Tabla de evaluativa en comparación de ABP vs Habilidades inferenciales. Elaboración propia.	39
Tabla 6 Formato de resultados de la hipótesis grupo 1. Elaboración propia. ...	39
Tabla 7 Formato de resultados de la hipótesis grupo 2. Elaboración propia. ...	40
Tabla 8 Formato de resultados de la hipótesis grupo 3. Elaboración propia. ...	42
Tabla 9 Formato de evaluación del taller corrección de errores. Elaboración propia.	43
Tabla 10 Niveles de evaluación a basado en la taxonomía SOLO para evaluar taller corrección de errores. Elaboración propia.	43
Tabla 11 Tabla de evaluativa en comparación de ABP vs Habilidades inferenciales. Elaboración propia.	44
Tabla 12 Formato de resultados del taller individual. Elaboración propia.	45
Tabla 13 Formato de resultados de la solución del problema grupo 1. Elaboración propia.	48
Tabla 14. Formato de resultados de la solución del problema grupo 2. Elaboración propia.	48
Tabla 15 Formato de resultados de la solución del problema grupo 3. Elaboración propia.	49

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Hipótesis realizada por el grupo 1 correspondientes a la sesión asincrónica 1.	40
Fotografía 2 Hipótesis realizada por el grupo 2 correspondientes a la sesión asincrónica 1.	41
Fotografía 3 Taller buscando el error realizado por el estudiante 1 correspondientes a la sesión asincrónica 2.	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Fases dentro del biodigestor. Tomado de: Moreno, (2011).	22
Figura 2 Etapas planteadas para la secuencia didáctica. Elaboración propia. .	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Comparación de niveles según la taxonomía SOLO al inicio y final de la secuencia didáctica en el grupo 1. Elaboración propia.	50
Gráfico 2 Comparación de niveles según la taxonomía SOLO al inicio y final de la secuencia didáctica en el grupo 2. Elaboración propia.	50
Gráfico 3 Comparación de niveles según la taxonomía SOLO al inicio y final de la secuencia didáctica en el grupo 3. Elaboración propia.	51

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Secuencia didáctica	57
Anexo 2 Actividades realizadas	61
Anexo 3 material de apoyo	74
Anexo 4 Respuestas de las actividades realizada por los grupos y por los estudiantes	82
Anexo 5 material de trabajo paralelo en la producción de un prototipo de biodigestor	102

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo nace de la experiencia obtenida en las diferentes clases de química orgánica, las cuales tradicionalmente se han encargado de abordar las reacciones de manera memorística; por ello se busca plantear una nueva metodología basada en la adquisición de habilidades de pensamiento, con el objetivo de promover un método de aprendizaje diferente.

De acuerdo a lo anterior se toman como base los trabajos de (Barbosa, Hernandeo, & Fernando, 2018) y (Escalona L. A., 2019) con la idea de fortalecer las habilidades de pensamiento inferencial ya que estos autores basan su teoría en el planteamiento de un problema central, el cual se ira solucionando a través de una secuencia didáctica fundamentada en la resolución de problemas; adicionalmente se desarrolla la metodología de (Monterrey, 1999), esta consiste en intervenir únicamente tres (3) veces en el aula, utilizando para ello diversas presentaciones, tanto para el inicio de la actividad como para el refuerzo de los temas de química orgánica, las clases se establecen de acuerdo a los momentos indicados en la secuencia de los siete (7) pasos del aprendizaje basado en problemas (ABP).

Para el desarrollo de este trabajo se tomó una muestra de estudio compuesta por estudiantes de Licenciatura en química, los cuales se encuentran culminando su proceso de graduación, los mismos fueron organizados en grupos de trabajo conformados por ellos mismos y de acuerdo como se encontraban compuestos en su clase de énfasis disciplinar II de la Universidad Pedagógica Nacional.

Estos estudiantes se encargaron de estudiar el proceso bioquímico que sucede dentro de un biodigestor, esto debido a la complejidad del tema y a que la mayoría los procesos enzimáticos no están establecidos, fomentando así un problema paralelo y el inicio de los pensamientos inferenciales ocasionados por los diferentes conceptos de reacciones orgánicas; una vez obtenidos los argumentos de los estudiantes se realiza un análisis con base a los estudios de (Escobar, Carrasco, & Salas, 2015) con la finalidad de determinar si los estudiantes requieren fortalecer el pensamiento crítico ya que esto permite ampliar las habilidades de inferencia.

Cabe aclarar que los procesos sincrónicos se realizaron vía Skype debido a la emergencia sanitaria ocasionada por el COVID-19 aun así; se realizaron actividades de generación de energía a partir de desechos orgánicos además de brindar refuerzos en nomenclatura orgánica, grupos funcionales y procesos asincrónicos que fueron vitales en el planteamiento de hipótesis, en el taller de errores y en la solución de la pregunta problema.

1. ANTECEDENTES

Este trabajo es encaminado a partir de los resultados obtenidos por las investigaciones que se muestran a continuación, las cuales hablan directamente de como potenciar las habilidades de pensamiento inferenciales en un grupo determinado de estudiantes.

A partir del trabajo desarrollado por (Barbosa, Hernandeo, & Fernando, 2018), se determinan varios aspectos que fomentan su trabajo de investigación en torno a la formación del desarrollo del pensamiento inferencial, esto a través de temas de presión, para ello en primer lugar se debe priorizar un método de aprendizaje el cual debe comenzar con un problema o estudio de gran peso y que al mismo tiempo sea un tema de interés para los estudiantes bien sea por el problema que se lleva a cabo o por la información que los estudiantes pueden adquirir bajo el estudio que se esté efectuando.

Como segunda medida se busca generar la implementación del problema o estudio, este debe ser amplio para así evitar respuestas directas o análisis fáciles de deducir, se busca que esté basado en estudios o vivencias a fin de realizar comparaciones, lo cual disminuirá en gran medida la dispersión de los estudiantes ya que se enfocarán en un tema de interés, permitiendo así el gusto de adquirir nueva información.

Para concluir, el principal aspecto a resaltar de su investigación es el enfoque con respecto a ¿cómo llevar el problema? o el estudio pertinente, el cual debe ir en torno a un trabajo que tenga diferentes procesos, ya sea en ciclos o en forma lineal para que así mismo se pueda profundizar en el conocimiento de cada punto.

El siguiente trabajo que se tiene en cuenta es el realizado por (Escalona L. A., 2019) que se enfoca en la estimulación del pensamiento creativo en profesores y estudiantes, debido a que se centra en resolver un problema principal mediante varios caminos para dar una respuesta, es decir, que el estudiante busca una posible solución a través de la capacidad de su mente para buscar soluciones, tomando como base los temas, conceptos o estudios aprendidos, aumentando así su creatividad.

Con este trabajo se busca fortalecer las habilidades de pensamiento inferencial a partir de talleres metodológicos aquellos que tienen como finalidad el desarrollo de un pensamiento crítico, utilizando para ello la sustentación de los argumentos planteados. Es importante destacar que el taller debe explotar las habilidades críticas y el desarrollo cognitivo del estudiante por lo que se deben observar los errores de forma analítica, en otras palabras, una vez encontrado el error se debe dar una explicación argumentativa a partir del conocimiento previo.

2. JUSTIFICACIÓN

A partir de los resultados de la investigación con base al desarrollo de las habilidades del pensamiento inferencial, se plantea que adquirir diferentes habilidades de pensamiento permite una mejor comprensión de los conocimientos relacionados en el área de las ciencias naturales, por lo cual es necesario fortalecerlas a partir de diferentes métodos de enseñanza, es decir, un método diferente a la enseñanza tradicional dado que esta no explota la capacidad cognitiva al máximo debido a que en la mayoría de ocasiones se vuelve solo la repetición de un dialogo mal entendido (Barriga & Hernandez, 1999).

De esta manera el siguiente trabajo se basa en fortalecer y potencializar las habilidades de pensamiento inferencial, tomando en cuenta los resultados de los autores ya mencionados para que de esta manera se mejoren las habilidades de pensamiento inferencial en los estudiantes, un factor que les permitirá analizar y comprender de manera propia los diferentes fenómenos que las ciencias abarcan (Barbos F., Cruz L. & guerra H., 2018), de esta forma los estudiantes no aprenderán todas las reacciones de forma memorística, sino a partir de similitudes o comparaciones con otros temas que los llevaran a determinar la respuesta correspondiente, mediante la implementación de una secuencia didáctica que busca potenciar la parte cognitiva de la persona.

Es necesario establecer un proceso enseñanza-aprendizaje que no llene de información al estudiante, si no que logre emplear la parte cognitiva a las soluciones de un problema planteado, para que de esta forma se identifique que habilidades de pensamiento tiene el estudiante, dado que estas forman redes de conocimiento entre un problema suministrado y los conocimientos que maneja el estudiante, hechos que le permitirán comprender los fenómenos estudiados y dar una respuesta clara y bien argumentada (Barbos F., Cruz L. & guerra H., 2018).

Por otra parte, para lograr habilidades de pensamiento inferencial se debe generar el pensamiento crítico dentro de los estudiantes (Escalona L. A., 2019) a través de un problema planteado, el cual debe generar varias dudas ocasionadas por la complejidad del tema que se llegue a manejar, la mejor implementación para ello es realizar una secuencia didáctica bajo el enfoque de resolución de problemas, planteando para ello un problema central que sea de interés para los estudiantes o que les aumente los conocimientos en el área que se está estudiando, utilizando para ello la implementación de los diversos talleres que plantea esta metodología.

Para finalizar, el presente documento también se encuentra enfocado en potenciar las habilidades de los profesores, en especial a aquellos que dictan cátedras en el área de ciencias naturales, esto debido a la extensión de fenómenos que estudia esta ciencia, lo cual hace que el estudiante se plantee diversas dudas con respecto a ¿Cómo funcionan estos fenómenos? Es por ello

que a raíz de las diferentes cantidades de fenómenos que existen, son los docentes quienes tienen la responsabilidad de enseñar a pensar a sus estudiantes, de allí la importancia de que los docentes aprendan a manejar diferentes habilidades de pensamiento, las cuales al hacer combinadas con las habilidades que ya poseen generaran un material que proporcione un reto o una complicación a sus estudiantes dando así la apertura al pensamiento inferencial de los estudiantes.(Ramirez, 2014).

3. MARCO REFERENCIAL

En el siguiente marco referencial se observan las variables que fueron tomadas en cuenta para realizar el trabajo de investigación, iniciando con las habilidades de pensamiento seguido del modelo de enseñanza seleccionado para finalmente; mencionar el contexto disciplinar al cual es aplicado.

3.1. Fundamentos

Existen capacidades que todas las personas tienen al analizar diferentes procesos con diversas habilidades, las cuales son obtenidas al paso de diferentes experiencias que se obtienen en el pasar los años, dependiendo de los contextos las habilidades pueden ser generadas por: empatía, autodescubrimiento, comunicación asertiva, toma de decisiones, pensamiento creativo, entre otras (Nieto & Grau), por consiguiente existen experiencias que promueven el desarrollo de habilidades dependiendo de cómo sean enfrentadas, de forma que el planteamiento de un problema y la satisfacción de ser resuelto, causa la capacidad de generar una nueva habilidad o mejorarla (Escalona, 2010), para potenciar dichas habilidades adquiridas o por adquirir, se busca reforzarlas con estímulos positivos donde el estudiante demuestre manejo de los conocimientos que posee (García, 2001)

3.2. Habilidades de pensamiento

El pensamiento es definido por la real academia española como el conjunto de ideas propias que tiene una persona, donde es necesario tener en cuenta la formación de actividades mentales que someten a juicios cuando es necesario tomar una elección, esto se genera a partir de procesos como la observación, percepción o memoria, en el cual adquiriendo imágenes, sonidos o cualquier tipo de datos que le solucionen dudas a un problema planteado y de esta manera poder tomar una decisión (General, 2018).

Para obtener diferentes habilidades de pensamiento es necesario realizar la integración del pensamiento significativo, ocasionando una organización y reelaboración del conocimiento, lo que genera que el estudiante sea autónomo y consiente de su propio intelecto con las limitaciones que puede poseer en ese momento, de esta forma las habilidades de pensamiento llevan tanto a la orientación como al razonamiento individual, en el cual logra enlazar diferentes conocimientos para llegar a una solución, de esta manera el estudiante obtendrá la capacidad de solucionar más fácil un problema planteado, teniendo en cuenta que a medida que se interactúa con el entorno indirectamente reorganiza y

elabora nuevos conocimientos, y a su vez puede modificar sus esquemas mentales al tener contacto directo con el ambiente pensando de manera crítica, para tomar una decisión que genera un pensamiento creativo solucionando a un problema observado (Ramirez, 2014).

Las habilidades de pensamiento pueden ser divididas en tres (3): en primeras instancias están las literales, en las cuales se pueden desarrollar la percepción, donde solo con un vistazo se vuelve evidente el desarrollo; observación, sirven para la toma de datos específicos; discriminación, este mira el todo en un sistema teniendo la claridad de que sucede en cada paso; identificación, que promueve las asignaciones de palabras o símbolos reteniendo la información específica en cada uno. Las segundas son denominadas las críticas que se desenvuelven en: juicio, crítica y opinión, aquí la mente guarda los datos para luego ver cómo funciona en un ambiente real; evaluación, que emiten cambios conceptuales a medida que se encuentran nuevos conceptos; metacognitivos, ayuda a la autocrítica de sus procesos mentales. Por último, se tienen las habilidades de pensamiento inferencial, inferencia, donde se desarrollan nuevas informaciones a partir de las ya adquiridas; comparación, determina similitudes o diferencias entre objetos; descripción, describe las características de un fenómeno; finalmente la explicación, siendo la capacidad de transmitir información por un lenguaje (Fuentes, 2019)

3.3. Pensamiento inferencial

El pensamiento inferencial se forma a partir de conocimientos previos que tiene ya definidos y formados un sujeto, el cual ya puede manejar, describir y explicar de diferentes maneras, por lo tanto, el sujeto es capaz de interpretar una solución a un problema planteado a partir de dicha información que ya maneja realizando una comparación crítica, de esta forma se genera un crecimiento tanto de conocimientos nuevos como antiguos, lo que puede dar como resultado que un estudiante sea autosuficiente y curioso (Calvo, Guerra, & Cardenas, 2018); así mismo los docentes se encuentran con muchas curiosidades de diferentes alumnos, siendo en la rama de la química más frecuente; dado que esta representa cambios constantes que se denotan día a día, por lo cual un docente en formación que de cátedras en esta rama de la ciencias está expuesto a preguntas de la vida cotidiana que en ocasiones no habrá abordado, por lo tanto debe obtener estas habilidades de pensamiento para dar una respuesta clara a su estudiante, a partir de los conocimientos adquiridos durante su formación universitaria.

A partir del pensamiento inferencial se puede dar una imagen o idea previa de cómo abordar un problema u obtener información, el cerebro realiza un esquema mental generado por cada sujeto, el cual dependiendo su complejidad puede denominarse entre:

Global o coherente

Se organiza la información en grandes unidades o temáticas, comparando la nueva información suministrada con la de nuestra memoria, de esta manera se elaboran una posible solución general coherente a partir de las similitudes que se tienen (Calvo, Guerra, & Cardenas, 2018).

Locales o cohesiva

Se realiza durante la lectura de un texto, dando un seguimiento coherente ya establecido por la lectura realizando un aprendizaje constructivista a partir de lo comprendido anteriormente con la lectura previa (Calvo, Guerra, & Cardenas, 2018).

Posterior

Se da a partir de la comprensión de un fenómeno o lectura, donde el estudiante analiza el contexto de lo que se realizó para llegar a la finalidad del fenómeno que se está estudiando (Calvo, Guerra, & Cardenas, 2018).

3.5. Aprendizaje basado en resolución de problemas

El aprendizaje basado en la resolución de problemas se basa en plantear un problema central en el cual los estudiantes tienen ciertos conceptos, pero no todos los que necesita para solucionarlo, lo que produce una indagación de diferentes conocimientos tanto internos como externos para formular la respuesta correcta, de esta forma se busca una metodología que tenga una característica adicional de trabajo en equipo, donde se busca la cooperación mutua para el desarrollo del ejercicio, en este aspecto el docente es más un guía, que plantea retos con conocimientos previos, que se pueden utilizar para la resolución del problema, de esta forma se mejoran diferentes habilidades y las capacidades de indagación y comunicación, para una realización correcta de un ABP se debe planear, organizar y formular los objetivos finales (Fallas & García, 2001).

Según Claperade la eficiencia que tiene el aprendizaje por resolución de problemas son dos, las cuales determino como inteligencia práctica, aquí el sujeto tiene la necesidad de resolver un problema lo que le conlleva a la comprobación de propias hipótesis, para reducirlas a constantes de

conocimiento, produciendo fracasos o éxitos, después o durante el proceso entra la inteligencia reflexiva reflejándose como problema, cuestionando las hipótesis aprobadas o no aprobadas que cumplan con los parámetros suficientes para dar respuestas a diferentes hechos, mientras Piaget lo denomina como ley lógica de necesidad, en la cual el sujeto aprende los conceptos necesarios para la solución del problema y deja a lado otros que no son necesarios, así plantea que se realiza en tres fases, esquema anticipado de la pregunta con la que se alcanzan todos los objetivos, abarcando temas con sus actividades pertinentes generando los conocimientos faltantes, organizar los temas para el desarrollo ordenado de pensamiento (Fallas & García, 2001)

La eficiencia de un buen desarrollo de la metodología por resolución de problemas se da a partir que los alumnos sean activos, independientes y con la orientación a su finalidad, de esta forma se busca un desarrollo de actividades que abran paso a nuevos conocimientos y no solo recurran a la memoria, además de generar un ambiente adecuado para que los grupos participen de manera activa, en la cual dará mayor cantidad de soluciones colectivas, estimular positivamente en la solución de cada paso que realizan, debe existir la guía adecuada del docente en la que ayuda a la identificación del problema, hipótesis, búsqueda de información, motivación constante al solucionar un problema estimulando el trabajo en equipo, promover constantemente los conocimientos no solo con el docente guía principal si no con otros medios de consulta. (Monterrey, 1999)

El diseño de la pregunta problema debe ser de interés colectivo en los estudiantes, para una mayor interacción colectiva, de esta manera los alumnos deben tomar decisiones, referenciando ejemplos reales de lo que se rodean, para que de esta forma justifiquen sus respuestas, por consiguiente, los estudiantes se verán obligados a retroalimentar algunos conocimientos y generar nuevos, que les den una base coherente para la solución del problema, promoviendo un trabajo de equipo, en este sentido debe realizarse una pregunta abierta, que contextualice un marco previo de conocimientos y temas de controversia, para mantener un pensamiento crítico profundo para encontrar la real solución al problema, por ultimo y lo más importante el problema debe desarrollar todos los objetivos del curso (Monterrey, 1999)

Una vez implementada la pregunta los estudiantes deben analizar el escenario del problema, para iniciar a planear un inicio del proceso de la solución, identificando los objetivos de aprendizaje que se van a tratar en la metodología, luego identifican los conocimientos de cada miembro del grupo que den mayor aporte para juntarlos e identificar como llegar a la posible solución, en la cual se analiza que conocimientos se tienen, cuales no y cuáles deben ser ampliados, planteado un esquema con hipótesis que puede dar la posible solución o la obtención de los conocimientos faltantes para proseguir con otros pasos, posteriormente el equipo iniciará con la retroalimentación, indagación de nueva información y evaluación de la información para clasificar coherentemente, que

los lleva más cerca a la solución del problema, esta parte da un resultado positivo en el orden en que se obtienen los datos con reportes claros y precisos, para tener una retroalimentación coherente en caso de necesitar un conocimiento anterior para una solución futura, se adquiere finalmente un trabajo colectivo en equipo con aportes, motivaciones y metas en común, generando nuevas participaciones activas (Monterrey, 1999)

De esta manera se identifican siete (7) pasos para el desarrollo del proceso de enseñanza- aprendizaje por resolución de problemas ABP en donde los dos primeros son realizados por el docente al inicio de la creación de las herramientas, los siguientes dos pasos son los procesos que realizarán los estudiantes junto con el docente para el fortalecimiento de los nuevos conocimientos, finalmente los últimos tres (3) pasos dan cabida a la obtención de la respuesta a partir de las conclusiones realizadas por el grupo de estudiantes (Monterrey, 1999):

Paso 1: Clarificación del concepto

En este paso el docente piensa el problema o la pregunta problema que proporcionara al grupo de estudiantes, analizando la extensión del problema y dando coherencia dentro del tema al cual va el estudio, donde cubre todos los objetivos de aprendizaje correspondientes.

Paso 2: Definición del problema

El docente establece las reglas del trabajo para que los estudiantes no se desvíen por otros temas, donde el docente registre la planeación de que conocimientos tienen los estudiantes y cuales debe suministrar para que ellos lleguen a la solución del problema.

Paso 3: Lluvia de ideas

En este momento se ha suministrado la pregunta problema a los estudiantes, para que inicien un proceso de ideas previas estableciendo que conocimientos ya tienen que puedan ser utilizados para la solución del problema suministrado, o por si lo contrario se deben rechazar.

Paso 4: Inventario sistemático

A partir de la lluvia de ideas se inicia la parte de toma de conciencia de los estudiantes a cerca de los conocimientos que se tiene y lo que hacen falta, por lo que el docente inicia un refuerzo de los temas ya establecidos en el paso 2.

Paso 5: Proceso de aprendizaje

En este paso inicia la construcción de conocimiento, en la cual toman los nuevos conocimientos y escogen minuciosamente cuales son los necesarios para realizar la solución al problema a solucionar.

Paso 6: Auto estudio

Tomando la información seleccionada, los estudiantes le dan una secuencia coherente para dar solución al problema, analizando si se necesitan más pasos o deben suministrar más pasos que no contemplaban.

Paso 7: Reporte y síntesis

Finalmente se redacta el paso a paso de cómo llegaron a la solución, mostrando manejo de la nueva información suministrada utilizada adecuadamente en el proceso planteado.

En la tabla número 1 se muestra los pasos de la metodología por resolución de problema con sus respectivas finalidades, en la cual se muestra cada paso en la primera columna y en qué momento se debe adecuar para dar continuación al siguiente paso, además se observa en la siguiente columna los reconocimientos que deben ser abordados para que de esta manera se logra una fluidez en el trabajo sin contratiempos.

Dividiendo los siete (7) pasos en tres (3) globales, el primer paso global abarca a los dos (2) primeros pasos, en los cuales se enfocan los parámetros que debe realizar el docente para desarrollar la secuencia didáctica, en los siguientes dos (2) pasos son las sesiones hechas en relación con los estudiantes, finalmente los últimos tres (3) pasos se identifica los parámetros a identificar lo que deben cumplir los estudiantes a la finalización del trabajo.

Tabla 1 Identificación de pasos en la enseñanza por resolución de problemas. Elaboración propia.

Pasos previos a la sesión del trabajo	Reconocimientos
Paso 1: Clarificación del concepto	Buscar un tema de interés de los estudiantes
	Proporcionar un escenario adecuado para la formulación de hipótesis
Paso 2: Definición del problema	Dar motivación y tiempo para la investigación
	No aglomerar a los estudiantes de información
	Ser constante y ayudar oportunamente a los grupos
Pasos durante la sesión de trabajo	Reconocimientos
Paso 3: Lluvia de ideas	Presentar el problema con una explicación
Paso 4: Inventario sistemático	Aclarar dudas del proceso y que se solucionara
	Suministrar la información clara de los temas a tratar
Pasos a la solución del trabajo	Reconocimientos
Paso 5: Proceso de aprendizaje	Se identifican los temas manejados
Paso 6: Auto estudio	Se da cumplimiento con los objetivos
Paso 7: Reporte y síntesis	Se da una respuesta coherente y bien argumentado

3.6. Taxonomía SOLO

Se basa en el análisis y reflexión sobre los resultados observados a partir de un aprendizaje determinado, el cual mira el nivel cognitivo de progreso que tiene un estudiante frente al tema a tratar, a la vez que establece en cuál de sus niveles se encuentra el estudiante inicialmente, para de esta forma analizar un punto de partida y establecer los parámetros para llegar a la finalidad propuesta.

De esta manera se busca adaptar diferentes niveles respectivos a que grado cognitivo tienen los estudiantes frente a las habilidades de pensamiento inferencial y hasta donde logran avanzar, tomándolas en niveles de 1 a 5 en donde la primera son respuestas que no tienen sentido o que no existen, en la segunda intenta dar una respuesta la cual no es clara o no logra dar la solución correspondiente, la tercera dar inicio a una solución coherente pero no logra finalizar la idea, la cuarta es lograr dar una respuesta coherente además de establecer relaciones entre las soluciones propuestas, por último la quinta es que además de resolver el problema va más allá del problema fortaleciéndolo con elementos externos dando nuevas soluciones.

3.7. Diseño de un biodigestor

Para el diseño de un biodigestor es importante comprender que este se puede alimentar de diferentes materias orgánicas que cumpla con un ciclo bioquímico, en donde se puede encontrar la madera, desechos agrícolas, estiércol animal

entre otros, de esta manera la biomasa se puede clasificar en dos formas, naturales y residuales donde las naturales se refiere a lo que se produce en la naturaleza específicamente como las plantas y hongos, en estos podemos encontrar; hojas y pétalos de plantas que se caen por sí mismos, matorrales, hierbazales, plantas muertas, entre otros. Mientras que los residuales se refieren a las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, como el estiércol de diferentes especies animales. Además, existen plantaciones creadas netamente para el uso de combustibles, como la caña de azúcar, el maíz, especies de palmas, siendo estos los más utilizados, los cuales son denominados plantaciones energéticas siendo estas las variaciones a tener en cuenta en el diseño del biodigestor (Arboleda & Gonzales, 2009).

3.8. Volumen de masa

Para la alimentación correcta de un biodigestor, se debe tener en cuenta la cantidad de biomasa que debe ser disuelta antes de ser introducida, en la que se observaran dos (2) parámetros: uno que no esté altamente diluida para que los microorganismos que van actuar en ella tengan los nutrientes necesarios para sus procesos, así mismo que no tenga sólidos suspendidos de gran tamaño siendo estos menores a 1 cm^3 , lo cual les permitirá utilizar toda la biomasa a los microorganismos, actuando sobre la superficie de la biomasa, si los sólidos llegan a tener un tamaño muy grande los microorganismos no podrán consumir toda la biomasa por la dificultad de llegar a lo más profundo de dicho sólido, por lo cual se recomienda un parámetro de 1:1 o 1:2 en la preparación de la biomasa residual, y de 1:3 a 1:4 para residuo natural (Arboleda & Gonzales, 2009)

3.9. Temperatura

Otros parámetros para determinar antes de iniciar el proceso dentro del biodigestor son la temperatura y la cantidad de biomasa a utilizar, en la cual una gran cantidad de masa producirá una mayor cantidad de biogás, al igual que necesitará una mayor cantidad de tiempo, luego tenemos la variable de la temperatura que al igual que la biomasa es directamente proporcional, donde a mayor temperatura más eficiente será el proceso, pero para esta variable es necesario tener un control, dado que si las temperaturas llegan hacer más altas de los 90°C las bacterias presentes pueden llegar a morir (Carrillo, 2003), por consecuente llegaría a evitar el proceso de obtención del biogás al exponerse a temperaturas más elevadas, donde se ha experimentado una mayor eficiencia a los 70°C según (Herrero, 2008)

3.10. Microorganismos

La siguiente parte para analizar son los microorganismos que actúan en la biomasa, centrándonos principalmente en las bacterias metanogénicas, las cuales se encuentran en el estiércol fresco que consumen, y a través de varios procesos bioquímicos producen metano (CH_4) y otros gases como desecho, para que esta reacción sea más eficiente en el proceso de obtener metano se debe realizar en medio anaeróbico con materia altamente biodegradable, para que de esta forma se logre obtener 0.5 m^3 de gas por kg de masa, el cual da como resultado 70% de metano (Arboleda & Gonzales, 2009), los otros gases generados son dióxido de carbono, hidrógeno molecular y sulfuro de hidrógeno.

3.11. Relación (C/N)

Cabe resaltar que es necesario tener en cuenta otros tipos de nutrientes, que las bacterias necesitan para realizar de mejor forma su trabajo, siendo estos fosfatos, minerales y azufre que se encuentran presentes en pequeñas cantidades al igual que es poco su uso en los microorganismos, pero si se debe resaltar es la relación que se tiene carbono nitrógeno (C/N), donde una cantidad muy alta de nitrógeno en la biomasa no alcanza a ser sintetizada por sus altas cantidades dando como producto amoníaco (NH_3) en exceso, lo cual afectará a las bacterias metanogénicas desactivándolas o matándolas, al igual si las cantidades de nitrógeno son muy bajas, se da una disminución en reproducción de los microorganismos reduciendo el desempeño de la producción del biogás (Solanov, Vargas, & Watson, 2010), de esta manera se ha determinado que una selección 10:1 es una relación alta de nitrógeno, por lo anteriormente expuesto genera el error de producción alta de amoníaco, una relación 40:1 es muy poca en términos de absorción de nutrientes microbianos, el cual da bajo rendimiento a la reproducción microbiana y por tanto baja producción de biogás, por lo tanto se ha definido que los valores más favorecidos se encuentran entre 20:1 y 30:1 (Fregoso, Ferrera-Cerrato, Barra, Santos, & Gómez, 2001)

3.12. pH

También es necesario resaltar que se debe tener un control adecuado en el pH, dado que este afecta el equilibrio en el sistema anaeróbico, donde las bacterias metanogénicas trabajan mejor en pH neutros entre 6 a 8 donde su mayor eficiencia es entre 7 y 7.2 (Arboleda & Gonzales, 2009), pese a que estas bacterias se pueden adaptar a pH más ácidos esto lograría promover un aumento de amoníaco dependiendo también de la cantidad de nitrógeno en la biomasa, y a pH más alcalinos se pueden producir cetonas o aldehídos que no

permitan la producción de metano, se recomienda que si el pH es ácido se puede adicionar carbonatos o bicarbonatos de sodio o potasio para alcalinizar la biomasa, y en caso de ser un pH más básico se pueden agregar cáscaras de frutas cítricas como naranja o limón (Rincón & Villarreal, 2016)

3.13. Procesos de los microorganismos dentro del biodigestor

Teniendo los parámetros establecidos de la biomasa correctamente se inicia la fermentación anaeróbica, que como su nombre lo dice se realiza en ausencia de oxígeno, en el proceso se efectúa varias reacciones bioquímicas donde diferentes microorganismos casi simultáneamente inician sus procesos, unos compuestos en presencia de oxígeno inician reaccionando a partir de enzimas de algunas bacterias y producen dióxido de carbono, posteriormente se realiza una reducción para obtener el metano y otros gases como subproductos además de Biol conocido en su mayoría como biobanco (Moreno, 2011).

Para que el procedimiento se lleve a cabo las bacterias deben pasar por 4 fases dentro del biodigestor anaeróbicamente como se detallan la figura 1 las cuales son:

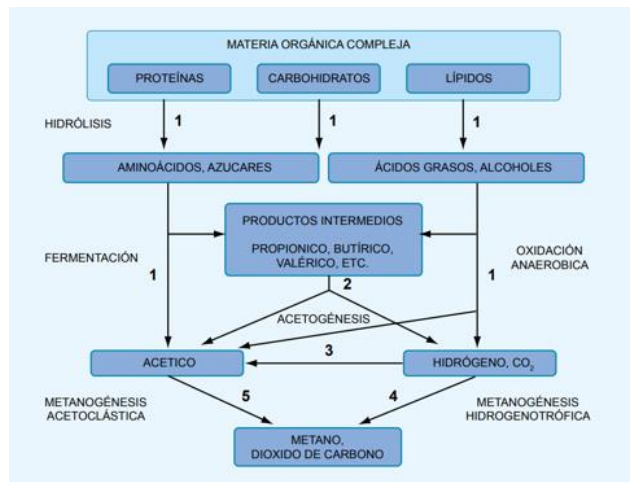


Figura 1 Fases dentro del biodigestor. Tomado de: Moreno, (2011).

3.13.1. Fase I: Hidrólisis

Inicia el proceso en un medio anaeróbico, donde los primeros microorganismos estrictos y facultativos también conocidos como hidrolíticos, por medio de enzimas extracelulares llamadas exoenzimas, hidrolizan las macromoléculas orgánicas presentes en la biomasa tales como: celulosa, proteínas y lípidos cambiando su composición en azúcares, aminoácidos y grasas para volverlas

solubles, de esta manera puedan traspasar la membrana celular (García, Rivas, & Cruz, 2010).

Las bacterias hidrolíticas no se demoran el mismo tiempo en procesar cada una de las macromoléculas, esto varía por las propiedades químicas de cada una, para realizar este proceso toman el oxígeno que está dentro del biodigestor con el cual realizan oxidaciones débiles rompiendo enlaces covalentes (García, Rivas, & Cruz, 2010), en las primeras horas fácilmente desdobra la celulosa en sus azúcares correspondientes, pero las proteínas y lípidos demoran días.

Las proteínas no solo son hidrolizadas, también las usan las bacterias tanto para realizar sus funciones como para su reproducción, por esto toman las proteínas para hidrolizar y para obtener energía, la enzima proteolítica llamada proteasas son las encargadas de hidrolizar las proteínas separándolas en aminoácidos y péptidos, los péptidos vuelven hacer hidrolizados para solo tener aminoácidos, algunos siguen el proceso y otros son consumidos por las bacterias (Moreno, 2011)

En el caso de los lípidos, al ser hidrolizados se fraccionan en varias partes su cadena carbonada, las enzimas que realizan este proceso se llaman lipasas, las cuales dan como resultados ácidos grasos de cadenas carbonadas y glicerol. (Moreno, 2011)

Como se informó anteriormente que en esta parte cuenta muchos los cambios de temperatura, pH, la cantidad y tamaño de materia, siendo el área donde las enzimas de los microorganismos realizaran la ruptura de diferentes enlaces por hidrólisis, para la eficiencia de estas primeras reacciones es necesario tener los sólidos menos posibles o de menor tamaño, por lo cual si se tiene un mal manejo de dichas variables pueden inactivar o incluso matar a los microorganismos. (Herrero, 2008)

3.13.2. Fase II: Fermentación o acidogénesis

Ya obtenido las moléculas solubles, las siguientes reacciones que efectúan la realizan las bacterias facultativas y anaeróbicas obligadas, las cuales también son llamadas bacterias formadoras de ácidos, dichas bacterias transforman la materia soluble en ácidos orgánicos entre 1 y 5 carbonos, como lo son: acético, fórmico, propanoico, butírico y valérico, e incluso se da la formación de hidrógeno molecular, donde una cantidad elevada determina productos como el acetato o el propano-ato (García, Rivas, & Cruz, 2010).

También se producen otras moléculas más reducidas como: valérico, propiónico, láctico entre otros, los cuales serán oxidados en la siguiente fase, esto con el fin que las bacterias metanogénicas inicien su proceso, además las bacterias

formadoras de ácidos eliminan todo el oxígeno restante dentro del biodigestor. (Moreno, 2011)

Un parámetro que se denota en esta parte del proceso es la disminución del pH inicial, por la producción de compuestos ácidos, los cuales se forman a la par con la fase I con reacciones de microorganismos que toman compuestos más fáciles a descomponer donde no necesitan pasar por una hidrólisis previa, debido a estas reacciones se producen otros 2 gases: el dióxido de carbono y el sulfuro de hidrógeno lo que lleva a la consecuencia de tener un pH entre 5.1 y 6.8 (Arboleda & Gonzales, 2009)

3.13.3. Fase III: Acetogénica

En esta fase los microorganismos denominados bacterias acetogénicas, toman las moléculas que las bacterias metanogénicas no pueden sintetizar, las cuales fueron producidas en la fase dos tales como: etanol, ácidos grasos, y compuestos aromáticos transformándolas en compuestos más simples como acetato e hidrógeno molecular, esos procesos se dan por reacciones espontáneas donde no le afectan las presiones del hidrógeno, cuando el hidrógeno se encuentra en bajas concentraciones, las bacterias acetogénicas producen acetato y dióxido de carbono (Moreno, 2011).

Además, se han encontrado una nueva especie de bacterias denominadas homoacetogénicas, siendo aislados principalmente *Acetobacterium woodii* y *Clostridium aceticum*, tomando todo compuesto mono carbonado junto con hidrógeno molecular para la producción exclusiva de acetato, esto permite tener bajas presiones en un sistema anaeróbico.

En este momento se han adquirido todas las moléculas base de fácil sinterización para las bacterias metanogénicas, con bajas presencias de hidruro de azufre y amoniaco, los microorganismos ya han extraído todos los minerales de la biomasa y dejando todos los sustratos ácidos volátiles para la fase final. (García, Rivas, & Cruz, 2010).

3.13.4. Fase IV: Metanogénesis

Finalmente, las bacterias metanogénicas actúan sobre todos los productos de las fases anteriores, completando el proceso de descomposición anaeróbica, donde toman los ácidos carboxílicos y junto con el hidrógeno gaseoso forman las moléculas de metano, donde el 70% del metano producido en el biodigestor es resultado de la descarboxilación de ácido acético, además de tomar otras sustancias mono carbonadas tales como el dióxido de carbono y carbonatos

producidos como subproductos de la interacción del dióxido de carbono con el agua presente (Moreno, 2011)

3.14. Biol

Al finalizar el proceso de la biodigestión se obtiene además del gas un fango, el cual pasa por un proceso de sedimentación o decantación, donde se remueven todos los sólidos de él, obteniendo una fase líquida denominada Biol, el cual suele ser el 90% como producto final de la biodigestión, este es un nutriente rico en nutrientes para la tierra, dado que posee altas cantidades de compuestos que contienen nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, etc. Este funciona para el crecimiento de raíces y frutos de las plantas, esto se debe a los productos hormonales vegetales desechados por los microorganismos producidos por la fermentación anaeróbica.

De esta forma el Biol producido puede funcionar como: mejor intercambio catiónico en suelos ampliando la disponibilidad de nutrientes en la tierra, adecuar microclimas en el suelo para la comodidad de la planta, fertilizante para plantas en Sprite, erradica el uso de fertilizantes químicos dañinos para el medio ambiente, el cual ayuda a tener la mismas o mejor producción agrícola (García, Rivas, & Cruz, 2010).

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los más grandes conflictos que se ha presentado en la educación, específicamente en el área de las ciencias naturales, es la antipatía que se genera en los estudiantes, generada por la falta de comprensión de los fenómenos que existen los cuales generan un disgusto que con el tiempo se convierte en un indisposición frente a cualquier tema a tratar del área, es normal que de aquí se parta a generar diferentes lúdicas que permitan la comprensión del joven por medio de juegos que contengan diferentes temas, estas suelen ser funcionales hasta cierta etapa, por lo cual no se realiza un aprendizaje significativo si no únicamente un aprendizaje a corto plazo que nace de “solo responder lo que me corresponde” (Escalona L. A., 2019).

Continuando por esta línea es de comprender que hoy en día realmente existen estudiantes que no les gusta el área de ciencias naturales, por lo tanto es más complicado obtener su atención, es por lo anterior que es necesario que se realice un proceso de enseñanza-aprendizaje que potencialice las habilidades de pensamiento inferencial para promover o generar un aprendizaje significativo, donde los estudiantes se enfrenten a un problema complejo a cual no encuentren una solución fácil y deban analizar cómo resolverlo obteniendo así nuevos conocimientos (Barbosa, Hernando, & Fernando, 2018), en este sentido se diseñó e implementó una secuencia de actividades fundamentada en el modelo ABP bajo la basado de problemas.

Se debe tener en cuenta que los docentes en el área de ciencias naturales, suelen ser puestos a prueba con diferentes preguntas que nacen de la explicación de un tema determinado o también como consecuencia de un fenómeno con el que el estudiante haya tenido contacto, por lo cual es necesario potenciar sus habilidades de pensamiento inferencial para poder brindar una respuesta con argumentos a su estudiante, en otras palabras, se busca generar una mejora continua en las cátedras, los comportamientos, las respuestas y demás actitudes a las que se enfrenta el docente en su aula de clase (Escalona L. A., 2019).

Desde esta perspectiva la pregunta que orienta este trabajo de grado es:

¿Cuáles son las habilidades de pensamiento inferencial y qué papel tienen dentro del espacio académico de un grupo de futuros docentes que se encuentran cursando énfasis disciplinar II, mediante la implementación de una secuencia de actividades fundamentada en el modelo ABP aplicado al proceso de biodigestión?

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Analizar las habilidades de pensamiento inferencial que construyen un grupo de profesores en formación dentro espacio académico de énfasis disciplinar II, al implementar una secuencia de actividades fundamentada en el modelo ABP y en situaciones problema transversales al proceso de biodigestión.

5.2. Objetivo específico

- Diseñar una secuencia de actividades fundamentada en el ABP, al abordar situaciones problema transversales al proceso de biodigestión, para fortalecer las habilidades de pensamiento inferencial.
- Identificar las habilidades de pensamiento inferencial que desarrollan un grupo de profesores en formación, al abordar situaciones problema relacionadas con el proceso de biodigestión, articuladas a las diferentes reacciones que puedan sustituir dichas etapas.
- Determinar los alcances de la secuencia didáctica en términos del desarrollo o fortalecimiento de las habilidades de pensamiento inferencial.

6. METODOLOGÍA

6.1. Enfoque de la investigación

En el siguiente trabajo de grado se analizan y prepara una serie de actividades enfocándose en el desarrollo de las habilidades de pensamiento inferencial tomando en cuenta los parámetros realizados en los trabajos de (Barbos F., Cruz L. & guerra H., 2018) y (Escalona B., 2019). Donde se determinan los aspectos más importantes que plantean en sus trabajos, iniciando un problema o pregunta central que no tenga una única solución, estimulando a si posibles respuestas argumentativas. Además, deben crear sesiones en donde se retoman temas que ayuden a dar solución del problema a plantear.

A partir de lo antes mencionado se aplica una secuencia didáctica basada en el aprendizaje basado en problemas (ABP), donde se esboza en primer lugar el tema enfocado al inicio de la secuencia didáctica. de esta manera se decide realizar una indagación para ejecutar una intervención educativa sobre la biodigestión y los procesos bioquímicos que suceden dentro del biodigestor. los cuales no son totalmente claros por los estudiantes debido a las reacciones enzimáticas que se llevan a cabo.

De esta forma se inicia el proceso de la implementación de la pregunta problema el cual nos permite observar que conocimientos previos tienen los estudiantes en el área de la química orgánica. Generando un pensamiento inferencial a partir de la temática planteada, esta se debe solucionar basándose en las fases vistas en el biodigestor. Demostrando que cada grupo de trabajo pueden llegar por diferentes caminos a una solución paralelas a las fases producidas por los microorganismos dentro del biodigestor (Molina & Corzo, 2018).

Por lo tanto, se realizó una evaluación cualitativa teniendo en cuenta toda la secuencia lógica que lleva el grupo de estudiantes como: analizando todas las reacciones que forman en cada paso, el conocimiento de resolver diferentes puntos con los conocimientos que maneja, el reconocimiento de errores y corrección verídica, por último, un argumento claro y preciso que dé respuesta al error corregido en los puntos suministrados (Molina & Corzo, 2018), para así mismo determinar que habilidades se van desarrollando a lo largo de la actividad y cuales se potencian.

Para la determinar que se logró o si por el contrario ya se tenían las habilidades de inferencia, se apoya en la herramienta de la taxonomía SOLO, en la cual se busca los progresos que tienen los estudiantes, que herramientas adicionales se deben suministrar y si son desarrolladas o no al finalizar el trabajo (Gámez & Hernández, 2018).

6.2. Metodología de la investigación

La metodología de enseñanza seleccionada es el aprendizaje basado en problemas (ABP). Basándose en los postulados de (Monterrey, 1999) se identifica siete pasos, donde los primeros dos nos plantea el inicio de la sesión de trabajo. En ellas podemos fomentar los objetivos y el planteamiento del problema iniciando las actividades que se realizaran a los estudiantes. Estas actividades nos permitirán valorar los progresos de cada uno de los estudiantes identificando cada una de las habilidades de pensamiento inferencial que estos poseen.

Para iniciar la actividad se forman grupos cuyo objetivo es buscar la solución al problema previamente establecido, para ello se tiene en cuenta cinco (5) momentos donde se puede observar la evolución de cada grupo, los cuales son:

Momento I

En algunas ocasiones los estudiantes no suelen trabajar en equipo, por lo que se forma una tensión inicial de desconfianza y no aplican los roles que les toca desarrollar, donde cada alumno busca solucionar de manera propia el problema, buscando soluciones con retroalimentaciones del docente o de otros compañeros o grupos, una forma valida inicial es dar roles a cada estudiante, dándoles a conocer su propósito en el grupo y lo que deben aportar.

Momento II

Se basa en la ansiedad de los alumnos, la mayoría de las veces provocado por la frustración de no conocer lo suficiente para dar la solución al problema, en este parámetro muchos se suelen perder, debido que no saben cómo conllevar a la solución con los vacíos de conocimientos que aún tienen para llegar a la solución, el docente debe ser capaz de encaminar esta parte con ejemplos cotidianos para que el estudiante retome la seguridad.

Momento III

Se empiezan a ver los frutos, donde los alumnos se inician motivando de las nuevas habilidades generadas por el nuevo proceso, comprendiendo nuevos conocimientos, además de la motivación de continuar con la indagación de otros

temas, adquiriendo diversas habilidades tales como las literales, por otra parte se podría dar un caso contrario donde un grupo este más atrasado que los demás, por lo cual se debe generar una actitud competitiva o un apoyo adicional docente para el impulso de seguir el ritmo, esta aplicación debe generarse dependiendo de las actitudes del grupo, dado que puede al igual generar un efecto contrario.

Momento IV

Se denota la seguridad del grupo en la solución de problemas, en el planteamiento de posibles soluciones, donde cada estudiante aporta y los otros evalúan su propuesta para una mejora continua y retroalimentación colectiva, cumpliendo de esta manera los objetivos establecidos en cada proceso.

Momento V

En este momento se identifica el mayor desarrollo del grupo, demostrando todas las nuevas habilidades adquiridas durante el proceso, en las que cada estudiante sigue su rol a la perfección, en el cual las indagaciones los conocimientos adquiridos son pocos del docente y más por iniciativa propia del autoaprendizaje, un aporte extra es la capacidad de desenvolver liderazgo en futuros grupos, adquiriendo habilidades de comunicación asertiva para la solución de futuros problemas (Monterrey, 1999)

6.3. Etapas de la investigación

En el desarrollo de la investigación se determinan cuatro etapas, teniendo en cuenta en primera parte los trabajos realizados por (Barbosa, Hernandeo, & Fernando, 2018) y (Escalona L. A., 2019) para el inicio de la secuencia didáctica, de esta forma construir paso a paso cada una de las siguientes etapas.

Etapa I:

Se inicia con la indagación de como potenciar las habilidades de pensamiento inferencial, que en lo escrito anteriormente se toman los trabajos realizados por (Barbosa, Hernandeo, & Fernando, 2018) y (Escalona L. A., 2019) quienes centran el inicio en un problema o pregunta central que tenga como solución una

respuesta amplia, argumentativa y creativa, donde se decide realizar la secuencia a partir de la metodología basada en problemas (ABP); generando el tema central para adquirir las habilidades de pensamiento inferencial el cual es la biodigestión.

Etapa II

A partir de la metodología de seleccionada (ABP), esta se centra en realizar una pregunta problema en base al tema escogido que es biodigestión. En donde debido a los bajos conocimientos que tienen los estudiantes deben buscar una solución por otro camino. Además de observar las primeras ideas previas a las habilidades de pensamiento inferencial que se denotan a partir de una hipótesis planteada, donde la respuesta suministrada por cada grupo de trabajo es tomada como la base de partida de la investigación.

Etapa III

En esta etapa los estudiantes refuerzan los vacíos que identificaron durante la hipótesis planteada, donde cada grupo determina que información ya tiene y cual se debe fortalecer para solucionar el problema. Proporcionando material de refuerzo como guías y presentaciones, para finalmente realizar un fortalecimiento de las habilidades de pensamiento inferencial en donde se retoman los temas suministrados en el desarrollo de un taller nombrado reconociendo el error, así mismo se denote las habilidades y el desarrollo que genera cada estudiante siendo este un taller individual.

Etapa IV

Finalmente se analizaron las respuestas obtenidas en la pregunta problema, las cuales se comparan con la hipótesis realizada al inicio de la investigación, para determinar si los estudiantes tienen o adquirieron las habilidades de pensamiento inferencial, determinando en qué nivel se encontraría con la valoración formada a partir de la taxonomía SOLO (Fallas & García, 2001).

6.4. Propuesta de secuencia didáctica en la solución de problemas

El diseño de la secuencia didáctica se enfoca en el desarrollo de las habilidades de pensamiento inferencial a partir de diferentes reacciones que ocurren dentro del biodigestor basándose en la metodología (ABP). Posteriormente se plantean las etapas, iniciando con la primera intervención educativa dando una explicación de cómo funciona todo el proceso desde la entrada de la materia orgánica hasta la producción de energía eléctrica, pero el paso más importante es el del biodigestor especialmente en el proceso de las fases que llevan los microorganismos, profundizando en las reacciones bioquímicas que realizan cada uno.

Inicialmente ya se tiene los 3 grupos de estudiantes establecidos, de esta forma se da a conocer el problema principal a partir de una pregunta abierta con el fin de generar dudas. Posteriormente se busca que los grupos generen una hipótesis de cómo abordar el problema, para después entrar a la tercera etapa donde se da un texto de ayuda para reforzar la explicación en la intervención educativa, luego se realiza una breve intervención de refuerzo con dinámicas del programa de Avogadro, donde se tratan diferentes temas con las macromoléculas tales como nomenclatura, grupos funcionales y reacciones orgánicas para ir llegando poco a poco hasta la solución del problema; Para finalizar esta etapa se asigna un taller que deben realizar en forma individual partiendo del reconocimiento de errores y justificación de respuestas se busca intensificar tanto temas de química orgánica como habilidades de pensamiento inferencial.

Por último, a través de un cuadro comparativo junto con la hipótesis inicial se analiza que progresos adquiere cada estudiante para adquirir las habilidades y con el taller individual que alumnos realmente denotan un cambio (Monterrey, 1999), en la figura número 2 se ve las etapas y lo que cada una abarca.

6.4.1. Implementación de pregunta

Ya establecidos los grupos y realizada la intervención educativa se inicia el planteamiento del problema, donde se explica.

Ya visto los procesos enzimáticos que realizan los microorganismos para romper diferentes cadenas orgánicas y formar metano que es el gas de interés, su equipo de laboratorio ha sido escogido para que determinen de la mejor manera ¿Qué reacciones realizaría en un laboratorio para reducir una macromolécula en metano, etano y propano? Con la finalidad de ver otros procesos de obtención de estos gases, los cuales no sean procesos enzimáticos si no experimentalmente por reacciones orgánicas.

De esta forma a cada grupo se le dará una macromolécula orgánica que sólo tenga hidrocarburos alifáticos, grupos alcanos, alquenos, alquinos, cíclicos, alcoholes, aldehídos, cetonas, éteres y ácidos carboxílicos, con la finalidad que logren nombrar cada molécula según la IUPAC y reconocer cada grupo funcional, además de determinar si posee o no las habilidades de pensamiento inferencial a partir de la hipótesis planteada.

6.4.2. Formulación de hipótesis

En esta parte se busca que cada grupo analice las fases que realizan los microorganismos, con el fin de reconocer en cuales conocimientos tienen falencia para el futuro proceso que implementarán para solucionar el problema planteado, redactando una hipótesis de como iniciar las reacciones o que pasos establecer en el proceso, determinando los futuros problemas donde deben tener en cuenta la nomenclatura y los grupos funcionales para asimilar mejor el proceso al cual deben llegar.

Se tiene en cuenta lo propuesto por el grupo, sin importar que reacciones estén bien o mal formuladas o que tanto conocimiento tenga cada estudiante sobre el tema, recordando que la finalidad no es adquirir nuevos conocimientos en el área de química orgánica, sino obtener o mejorar las habilidades de pensamiento inferencial.

6.4.3. Cátedras didácticas

En esta etapa se realizará una sesión sincrónica donde se implementarán las diferentes actividades, iniciando con las presentaciones de nomenclatura básica, la cual dado a los conocimientos ya adquiridos por los estudiantes solo se toma como un breve refuerzo, tomando de ejemplo la macromolécula que cada uno tiene para ampliar habilidades de comparación, donde los estudiantes deben diferenciar los grupos funcionales que tiene en ella, separándolos para luego nombrarlos al finalizar la clase. En este espacio se realiza una corta presentación apoyándose en un programa llamado Avogadro presentado por la plataforma Skype, a medida de las explicaciones de cada grupo funcional tengan un modelo gráfico.

Se plantean la siguiente presentación de diferentes reacciones orgánicas de hidrocarburos alifáticos, mostrando por Avogadro como seria la secuencia de la reacción y que ocurren con los catalizadores o en el medio que se encuentran, al finalizar se deja el segundo instrumento de evaluación un taller individual con once (11) ejercicios, donde los estudiantes deben determinar errores y aciertos en cada ejercicio y justificando el error con su debida corrección.

Mediante las respuestas individuales y el primer instrumento de evaluación se puede determinar que estudiantes realmente tienen la habilidad de pensamiento, sometido por los argumentos en sus respuestas que deben dar en cada punto, dado el material suministrado se realiza una crítica de cada uno de los puntos con los conocimientos reforzados, dando como finalidad quienes realmente tienen las habilidades y quienes las intensifican, proceso que se lleva a cabo a partir del pensamiento crítico donde corrige los errores comparándolo con sus conocimientos, argumentando con teorías estudiadas que ya maneja el estudiante y dando una oportuna respuesta

6.4.4. Solución del Problema:

Antes de empezar esta etapa, se realiza una breve intervención a los grupos y estudiantes que tuvieron el segundo instrumento con bajos resultados en la parte argumentativa o en la solución del ejercicio.

En esta última etapa se analizará la solución realizada por cada grupo de estudiantes en la entrega final, que a partir de sus macromoléculas se detalla cómo fueron nombradas, que grupos funcionales determinaron, siendo el primer punto de mayor peso el cual es el paso a paso de la descomposición sugerida por el grupo de su molécula problema, que se comparará con su hipótesis inicial determinando que tantos aciertos tenían en sus ideas previas al inicio de la secuencia didáctica, además de determinar que habilidades de pensamiento inferencial se lograron adquirir o fortalecer, finalizando con una breve comparación entre que similitudes y diferencias se tienen con el proceso bioquímico en el biodigestor contra las reacciones que ellos realizaron, evaluando el reconocimiento de procesos en reacciones orgánicas.

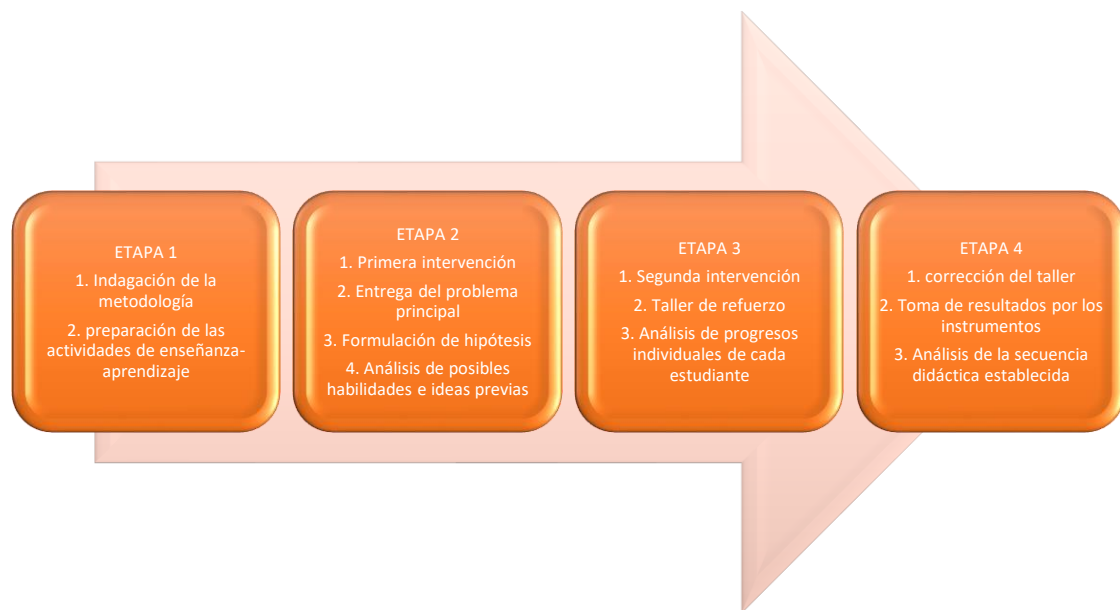


Figura 2 Etapas planteadas para la secuencia didáctica. Elaboración propia.

6.5. Sujetos de estudio

Los estudiantes que participaron en esta investigación, cursan los últimos semestres en la Universidad Pedagógica Nacional los cuales se encuentran realizando una catedra en el Énfasis Disciplinar II, los cuales son próximos a finalizar su carrera, dado que el curso está llegando a su finalidad ya tienen grupos establecido desde el inicio del semestre, por lo cual, para no crear inconformidades y problemas de generar grupo nuevos, se determinó continuar con los mismos tres grupos con sus respectivos integrantes.

Debido a las contingencias de la pandemia producida por el Covid-19, se decide realizar intervenciones educativas por el mismo medio virtual que el profesor de catedra del énfasis ha utilizado durante todo su curso, siendo este un medio virtual conocido como Skype, el cual funciona también para aclarar dudas, reforzar temas, además de explicar cómo funciona cada material y los parámetros que deben llevar en cuenta para el trabajo de investigación.

Es de resaltar que al ser el tercer trabajo de investigación que se lleva en el espacio académico, los estudiantes que participaron tienen total conocimiento de que la información que se usara en este trabajo es la proporcionada por ellos, en la cual por temas de seguridad se dejaron sus nombres resguardados colocando letras o números respectivamente.

En la siguiente tabla 2, se muestran los criterios de evaluación en cada etapa formada con su respectivo atributo, donde es un indicador directo de si se logra o no el objetivo a partir de los argumentos o resultados suministrados.

Tabla 2 Identificación de elementos de evaluación. Elaboración propia.

Actividades que evaluar	Atributos a evaluación	Evaluación
Hipótesis	Formula reacciones químicas orgánicas coherentes para producir el gas de interés	Según los niveles establecidos en base a la taxonomía SOLO
	Argumenta cada paso que realizara teniendo en cuenta los productos globales a obtener	
	Compara procesos similares entre las reacciones propuestas y las que realizan los microorganismos en el biodigestor	
Taller	Soluciona oportunamente el ejercicio propuesto reconociendo el error	
	Reconoce el error y argumenta con conocimientos en el área el por qué está mal	
	Corrige correctamente el error demostrando su argumentación	
solución problema	Formula reacciones químicas orgánicas coherentes para producir el gas de interés	
	Argumenta cada paso que realizara teniendo en cuenta los productos globales a obtener	
	Compara procesos similares entre las reacciones propuestas y las que realizan los microorganismos en el biodigestor	

7. RESULTADOS

7.1. Secuencia de actividades

A partir del aprendizaje basado en problemas ABP que es planteada en siete (7) pasos se inicia el análisis desde el tercer paso, ya que los primeros dos (2) pasos son la estructuración de la secuencia, el tercer paso es referente al análisis o lluvia de ideas, retomando nuevamente a la etapa de la hipótesis y sus respectivos aspectos a evaluar, el cuarto paso es más la obtención de nuevos conocimientos o refuerzo de algunos ya adquiridos, los cuales se evalúan a partir del segundo instrumento taller corrección de errores.

El paso cinco (5) es donde el estudiante toma la información suministrada y determinar que es necesario y que no para la solución de su problema central, el paso seis (6) es iniciar paso a la secuencia lógica de cómo será el paso a paso que afecta en cada proceso y como se llega a la finalidad, para que de esta forma se llegue al paso siete (7) dando una completa redacción de cómo lleva cada proceso, finalmente se evaluó estos tres pasos con la finalidad de la pregunta problema, que tomara en cuenta las reacciones realizadas con cada molécula formada y las comparaciones similares entre el proceso realizado junto con las del biodigestor.

Teniendo en cuenta la comparación de la hipótesis de cada grupo comparándolo con su resultado final para determinar si se mejoran las habilidades de pensamiento inferencial.

7.1.1 Resultados del primer instrumento: Hipótesis

En este instrumento se validó en primera parte que tanto conocimiento tienen sobre la química orgánica o que tantos conocimientos deben ser repasados, para así mismo determinar en qué punto realizar las retroalimentaciones de los temas o si por el contrario solo se debe realizar un pequeño repaso, en segunda parte la argumentación que le dan de seguimiento al proceso planteado, por ultimo si ya tienen la habilidad de la inferencia para tener las primeras ideas las cuales les ayudaran a solucionar el problema teniendo en cuenta las reacciones vistas en las fases del biodigestor.

En la tabla número 3 se presenta qué criterios se evalúan en cada parámetro, más adelante en la tabla 6, tabla 7 y tabla 8 determinar cuáles fueron las observaciones de las respuestas de los grupos.

Tabla 3 Formato de evaluación de la hipótesis. Elaboración propia.

Hipótesis			
Grupos	Formulación de hipótesis		Relación con biodigestor
	Proceso	Argumentación	
X	Formula reacciones químicas orgánicas coherentes para producir el gas de interés	Argumenta cada paso que realizará teniendo en cuenta los productos globales a obtener	Compara procesos similares entre las reacciones propuestas y las que realizan los microorganismos en el biodigestor
Evaluación	Y	Y	Y

Cada hipótesis fue evaluada basándose en la taxonomía SOLO para implementar los siguientes parámetros: primero el proceso planteado por cada grupo determinando cuales reacciones químicas dan como resultado el analito de interés (proceso), en segunda parte la argumentación de cada paso que realizará, teniendo en cuenta los productos globales a obtener correctamente (argumento), por último la relación con las fases vistas con el biodigestor en donde se determina si comparan procesos similares entre las reacciones propuestas y las que realizan los microorganismos en el biodigestor (comparación), así mismo se le asigna el nivel respectivo a una valoración sujeto a la tabla número 4.

Tabla 4 Niveles de evaluación a basado en la taxonomía SOLO para evaluar la hipótesis. Elaboración propia.

Niveles	Capacidades que evaluar
1	La respuesta, el argumento y la comparación no son correctas
2	Su respuesta es correcta, pero el argumento y la comparación no son correctas
3	Su respuesta y su argumento son correctas, pero su comparación no lo es
4	Su respuesta, argumento y comparación son los correctos
5	Además de sus respuestas, argumento y comparación correctas, adapta nuevas soluciones mejores al problema

Para determinar el desarrollo de cada habilidad del pensamiento inferencial se determinan los siguientes parámetros:

- Inferencial: Define y organiza un proceso de reacciones de química orgánica tomando en cuenta las fases dentro del biodigestor.
- Comparativa: Describe que fases propuestas son iguales o distintas asociadas al proceso de biodigestión.
- Descriptiva: Presenta de una forma coherente el proceso planteado empleando conocimientos de reacciones orgánicas.
- Explicativa: Argumenta cada proceso de forma clara redactando un texto que determine la finalidad de cada reacción propuesta.

Para finalmente determinar que habilidades tienen a partir de la información adquirida con la hipótesis de los parámetros especificados anteriormente en la tabla número 5, se muestra que criterios del ABP ayuda a evaluar las habilidades de pensamiento inferencial.

Tabla 5 Tabla de evaluativa en comparación de ABP vs Habilidades inferenciales. Elaboración propia.

Grupos	ABP	Habilidad inferencia
x	Proceso	Descriptiva y Explicativa
	Argumento	Descriptiva y explicativa
	Relación	Inferencial y comparativa

Tabla 6 Formato de resultados de la hipótesis grupo 1. Elaboración propia.

Hipótesis			
Grupos	Formulación de hipótesis		Relación con biodigestor
	Proceso	Argumentación	
1	Tienen el conocimiento de las reacciones propuestas	Argumentan un proceso viable, pero no tienen en cuenta la totalidad de la molécula	Comparan la primera fase adecuando la molécula, a partir de diferentes reacciones adecuan la molécula para romperla y finalmente realizan una reacción de reducción.
Evaluación	4	4	3

Dado que el instrumento es una hipótesis, no es necesario que se tengan en cuenta cada uno de los parámetros en cada una de las reacciones propuestas, definan un proceso de reacciones coherentes además de manejar a la perfección los grupos funcionales dentro de su molécula problema, no obstante se

determina un único error el cual es pensar que un reactivo solo ataca específicamente a una sola parte de la molécula y no a toda completamente.

Fotografía 1 Hipótesis realizada por el grupo 1 correspondientes a la sesión asincrónica 1.

Para realizar la reducción de la molécula en un alcano, se propone una reacción de reducción de algunos grupos funcionales frente al borano (Boro hidruro sódico), en donde los grupos funcional C=O de las cetonas, aldehídos y ácidos carboxílicos se ven reducidos a alcohol.

Después de obtener el alcohol, por medio de una reacción de deshidratación, se obtiene un alcano, ya que la hidrogenación con borano puede reducir el enlace C=C. Por último, como lo esperado es llegar a una molécula menor a seis carbonos se realiza una descomposición con acetato de sodio, hidróxido de sodio, mediante la aplicación de calor hasta obtener metano.

Frente al proceso de cómo realizaron la comparación con las fases del biodigestor, toman en cuenta la fase 1 adecuando la molécula a partir de reducciones para obtener grupos alcohol, no tienen nada comparativo a la fase dos y la tres, en la cuarta realizan una breve reducción parecida a la última fase, dado a que mantienen una cadena demasiado larga deciden adicionar una reacción para obtener el producto esperado.

En este aspecto los participantes del grupo número 1 pueden tener las habilidades de pensamiento inferencial, donde les faltan conocimientos de algunas otras reacciones.

Tabla 7 Formato de resultados de la hipótesis grupo 2. Elaboración propia.

Hipótesis			
Grupos	Formulación de hipótesis		Relación con biodigestor
	Proceso	Argumentación	
2	Tienen el conocimiento de la mayoría de las reacciones propuestas	Argumentan un proceso viable sin llegar a la finalidad del ejercicio, no toman variables que puedan suceder	Pese a tener comparaciones en su proceso con el proceso del biodigestor no las dan a resaltar
Evaluación	4	3	2

En el resultado de esta hipótesis, se observa que se tienen en cuenta toda la molécula y la afectación de cada una de las reacciones que sucederían en simultaneo en cada uno de sus grupos funcionales, con un sólo proceso

inconcluso el cual es al final una reacción de pirólisis, donde se producen moléculas de alcanos y alquenos por lo tanto deberían adicionar un proceso más de reducción los cuales se pueden repetir varias veces para lograr la obtención de la molécula de interés.

Fotografía 2 Hipótesis realizada por el grupo 2 correspondientes a la sesión asincrónica 1.

Etapa 1: adición nucleofílica de hidracina-la reacción de Wolff-Kishner.

Lo que se busca con esta etapa es atacar el grupo funcional cetona con el reactivo H en presencia de KOH , por lo cual se da a lugar aun alcohol más nitrógeno $2NNH_2$ gaseoso y agua.

Etapa 2: reducción de ácidos carboxílicos con hidruro de litio y aluminio.

Lo que se busca con este paso es atacar al grupo funcional del ácido carboxílico, empleando como reactivo un mol de hidruro de litio y aluminio para dar lugar a un alcohol.

Etapa 3: deshidratación de alcoholes.

Ahora en este paso se emplea ácido sulfúrico concentrado a una temperatura de $85^{\circ}C$, en este caso se emplean dos moles de ácido sulfúrico para atacar el alcohol formado en la etapa 1 y el de la etapa 2. Así que se desplazan los OH y se forman dos dobles enlaces situados en posiciones diferentes.

Etapa 4: Pirólisis.

En esta etapa se realiza la ruptura de la cadena carbonatada, obteniendo el compuesto pentano y aparte el 1-penteno.

Frente a las comparaciones se pueden determinar que se tomaron dos: la fase uno y la fase tres. Son ambas adecuaciones adicionales que se le deben dar a la molécula en los procesos, exponiendo en qué momento lo harían y por qué, finalizando con una reacción de pirólisis donde no tuvieron en cuenta que al formar un alqueno nuevo y sin saber que tan larga podría ser su cadena, se adicionarían 3 nuevos procesos: una reducción, una pirólisis y nuevamente otra reducción.

Por lo tanto, en este momento no se tiene certeza de que tan desarrollado tienen las habilidades de pensamiento inferencial dado a que, si tienen comparación en las reacciones propuestas con las fases del biodigestor, pero en la hipótesis no se denotan que se diera la respuesta frente a dicha comparación.

Tabla 8 Formato de resultados de la hipótesis grupo 3. Elaboración propia.

Hipótesis			
Grupos	Formulación de hipótesis		Relación con biodigestor
	Proceso	Argumentación	
3	Redacta una posible solución	Argumentan un proceso, pero no tienen en cuenta la totalidad de la molécula ni todos los productos adicionales.	Comparan la primera fase adecuando la molécula, a partir de diferentes reacciones adecuan la molécula para romperla y finalmente igualan la parte de las reducciones
Evaluación	2	1	1

La siguiente hipótesis, se determina un proceso general el cual puede abarcar una gran cantidad de diferentes reacciones orgánicas las cuales se pueden implementar para la obtención de la molécula de interés, pero no se tiene un proceso claro solo que reacciones podrían funcionar.

Al no ser un proceso claro no se puede realizar comparación con ninguna fase, por lo cual puede que tengan como no las habilidades, ya que varias reacciones se pueden comparar con algunas fases, pero al no establecerlas en un orden coherente no es claro lo que los estudiantes quieren dar a entender.

7.2.2. Resultados del segundo instrumento: Taller corrección del error

Estos resultados son tomados después de reforzar brevemente los conocimientos en química orgánica tanto en reacciones, grupos funcionales y nomenclatura. De esta forma se parte a un taller asincrónico donde los estudiantes individualmente serán evaluados con once puntos, en el deberán leer e identificar el error. posteriormente argumentar porque es un error tomando en cuenta que conocimientos tienen, finalmente dar la corrección. esta etapa se realiza para fortalecer las habilidades de pensamiento inferencial a partir de un pensamiento crítico, que se forma al comparar los conocimientos que tienen los estudiantes frente a los errores de cada punto.

En la tabla número 9 se verá qué criterios se evalúan, posteriormente por la tabla 12 donde se observan los valores de las respuestas de cada estudiante.

Tabla 9 Formato de evaluación del taller corrección de errores. Elaboración propia.

Taller					
Grupos y estudiantes		Numero de pregunta			Evaluación
1	A	Soluciona oportunamente el ejercicio propuesto reconociendo el error	Reconoce el error y argumenta con conocimientos en el área el por qué está mal	Corrige correctamente el error demostrando su argumentación	
	B				
2	C				
	D				
3	E				
	F				

Así mismo en la tabla número 10 se evaluó nuevamente los parámetros establecidos, observando que adquirieron nuevos conocimientos. los cuales se evalúan a partir del segundo instrumento determinando en cada punto lo siguiente: primero la información para reconocer errores que se formularon (respuesta), en segunda parte la argumentación correcta correspondiente a cada punto, cuál es el error y por qué (argumentación), por último, la corrección del error de cada punto solucionado adecuadamente (solución). De esta manera fortalecer las habilidades de pensamiento inferencial a partir de pensamientos crítico de la persona que se forma junto con la comparación de sus conceptos establecidos.

Tabla 10 Niveles de evaluación a basado en la taxonomía SOLO para evaluar taller corrección de errores. Elaboración propia.

Niveles	Capacidades que evaluar
1	La respuesta, el argumento y la solución no son correctas
2	Su respuesta es correcta, pero el argumento y la solución no son correctas
3	Su respuesta y su argumento son correctas, pero su solución no
4	Su respuesta, argumento y solución son los correctos
5	Además de sus respuestas argumento y solución correctas, adapta nuevas soluciones mejores al problema

Para determinar el desarrollo de cada habilidad del pensamiento inferencial se determinan los siguientes criterios de evaluación:

- Inferencial: Define cual es el error asociándolo contra sus propios conocimientos de química orgánica.

- Comparativa: Identifica el error comparándolo con sus propios conocimientos de nomenclatura y grupos funcionales.
- Descriptiva: Formula de forma coherente la respuesta en una forma escrita o grafica.
- Explicativa: Argumenta con claridad cuál es el error detectado a través de una forma escrita o grafica.

Para finalmente determinar que habilidades de pensamiento inferencial se desarrollan a partir de la información adquirida con el taller de corrección de errores, a partir de los parámetros especificados anteriormente, en la tabla número 11 se muestra que parámetro del ABP ayuda a evaluar las habilidades de pensamiento inferencial.

Tabla 11 Tabla de evaluativa en comparación de ABP vs Habilidades inferenciales. Elaboración propia.

Estudiante	ABP	Habilidad inferencia
x	Proceso	Descriptiva
	Argumento	Inferencial, descriptiva y explicativa
	Solución	Inferencial y comparativa

En la tabla número 12 se califica por colores, esta consta de dos indicadores uno rojo y otro blanco. El rojo, representa que no realiza el ejercicio adecuadamente. El blanco nos indica la veracidad de los parámetros evaluados. dentro de cada recuadro está acompañado de una numeración del uno al cinco (1-5) donde se referencia que nivel se encuentra según la tabla número 10.

Tabla 12 Formato de resultados del taller individual. Elaboración propia.

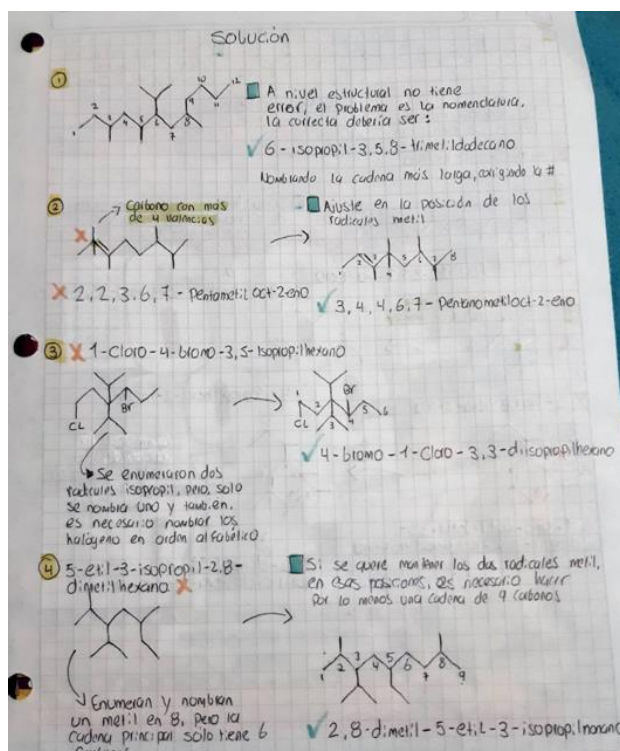
Grupos y estudiantes		1			2			3			4			5		
1	A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2	C	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	D	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4
3	E	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2
	F	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2

Grupos y estudiantes		6			7			8			9			10		
1	A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	2	2
2	C	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	1	2	2
	D	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	1	2	2
3	E	3	2	2	3	2	2	3	2	2	1	2	2	4	4	4
	F	3	2	2	3	2	2	3	2	2	1	2	2	4	4	4

Grupos y estudiantes		11		
1	A	4	4	4
	B	1	2	2
2	C	1	2	2
	D	1	2	2
3	E	4	4	2
	F	4	4	2

Al realizar el análisis individual en el grupo uno, el estudiante A demuestran una eficiencia del 100% lo que nos da a entender que tanto su análisis como su pensamiento crítico resaltan sus habilidades de pensamiento inferencial, dado que los argumentos no solo son verídicos sino cortos y concisos, cualidad que también demostró su compañero con la excepción de tener solo dos puntos incorrectos, pero igual manera con argumentos un poco más extendidos pero reales desde sus conocimientos propios.

Fotografía 3 Taller buscando el error realizado por el estudiante 1 correspondientes a la sesión asincrónica 2.



- Un alcohol cuaternario tiene mayor prioridad que un doble enlace al nombrarse la molécula orgánica

No es claro a que se hace referencia con un alcohol cuaternario, si se trata de un alcohol terciario, secundario, o primario, este tiene prioridad en cuanto a la numeración de la cadena, frente a un alqueno. Pero, en términos de nomenclatura, si es sustituyente de cadena, al nombrarse, se debe hacer en orden alfabético y si hace parte de la cadena principal, se asigna el sufijo **-ol** al final.

- ¿Cómo se nombraría una cetona que se encuentra al final de una cadena carbonada? Teniendo en cuenta que ellas tienen prioridad sobre los grupos alcoholes

Las cetonas no pueden ser terminales, si se encuentran al final de la cadena, es considerado un aldehído.

- Como nombraría un ácido carboxílico que se encuentra en medio de una cadena carbonada, dado que los ácidos carboxilos tienen la prioridad sobre todos los grupos funcionales

Un ácido carboxílico no puede estar en el medio de una cadena carbonada, debe estar al principio, al final o como sustituyente de cadena.

En los integrantes del grupo dos, el estudiante C al igual que el B obtuvo los mismos resultados con la diferencia que en el punto ocho no da una respuesta correcta el estudiante C lo que permite analizar que puede poseer las habilidades de pensamiento inferencial, pero con la diferencia que no tiene el conocimiento para la solución de algunos problemas. Mientras tanto el estudiante D demuestra una falla adicional, donde no solo no da una respuesta correcta sino que los argumentos son erróneos. En el caso del punto tres demuestra que los estudiantes son un buen grupo que presentan parte de las cualidades, pero deben ser mejoradas.

Finalmente, en el grupo 3 tanto el estudiante E y F tienen los mismos errores argumentativos como en la corrección del error. Pese a esto analizan la información, siguen instrucciones y manejan conceptos básicos en la materia de química orgánica. Sus habilidades de pensamiento inferencial son bajas, además se puede concluir que realizan dicho procedimiento juntos al tener los mismos errores argumentativos.

Todos los estudiantes tienen los conocimientos mínimos en formación de cómo construir moléculas orgánicas a partir de su nombre y de los grupos funcionales.

Cabe resaltar que antes de pasar a la entrega de la pregunta problema, se les realizó una retroalimentación a los grupos dos y tres de los errores cometieron y cuáles eran las respuestas con la finalidad de corregir sus errores los cuales fueron tomados más que un reclamo como una construcción crítica.

7.2.3. Resultados del tercer instrumento: Pregunta problema

Identificando que el grupo de estudio ya tiene las capacidades de reconocer grupos funcionales, además de dibujar y nombrar moléculas grandes no se profundizó más sobre esos aspectos, además que la finalidad de este trabajo no es de adquirir conocimientos en la química orgánica.

Por lo tanto, en el último instrumento nos centraremos en ver la mejora de habilidades de pensamiento inferencial, evaluando las nuevas reacciones propuestas y la secuencia que desarrollan, a partir de la hipótesis planteada al inicio de la investigación junto con la solución final del problema, de esta forma se determinan si se logra la finalidad del trabajo.

En la tabla 13, tabla 14 y tabla 15 se observan las respuestas suministradas por los grupos evidenciando los resultados.

Tabla 13 Formato de resultados de la solución del problema grupo 1. Elaboración propia.

Solución del problema			
Grupos	Reacciones		Relación con biodigestor
	Proceso	Argumentación	
1	Tienen el conocimiento de las reacciones propuestas	Argumentan un proceso viable	Comparan los 2 procesos denotando más diferencias que similitudes
Evaluación	5	5	5

El Proceso en el grupo uno es eficiente, pese a que al final no tiene comparaciones similares con los procesos del biodigestor y cambian casi toda su propuesta inicial a su hipótesis, el argumento nuevamente da más peso tomando en cuenta la situación planteada de la empresa, donde además de reducir el proceso a 3 reacciones, reducen costos, no tanto como los realizados con un biodigestor pero si con materiales, tiempo y reactivos de una forma sintética, por lo tanto demuestran más que tener habilidades inferenciales, la capacidad crítica de una mejora continua a problemas planteados.

Tabla 14. Formato de resultados de la solución del problema grupo2. Elaboración propia

Solución del problema			
Grupos	Reacciones		Relación con biodigestor
	Proceso	Argumentación	
2	Tienen el conocimiento de las reacciones propuestas	Argumentan un proceso viable	Compara similarmente los pasos propuestos con las fases vistas en el biodigestor
Evaluación	4	4	4

En Primera parte se debe resaltar la corrección que realizan en el proceso de reacciones, además de la indagación de nuevas reacciones para facilitar la finalidad del proceso e indicar que reacciones se identifican más a las fases de la biodigestión.

Tabla 15 Formato de resultados de la solución del problema grupo 3. Elaboración propia

Solución del problema			
Grupos	Reacciones		Relación con biodigestor
	Proceso	Argumentación	
3	Tienen el conocimiento de las reacciones propuestas	Argumentan un proceso viable	Compara similarmente los pasos propuestos con las fases vistas en el biodigestor
Evaluación	4	4	4

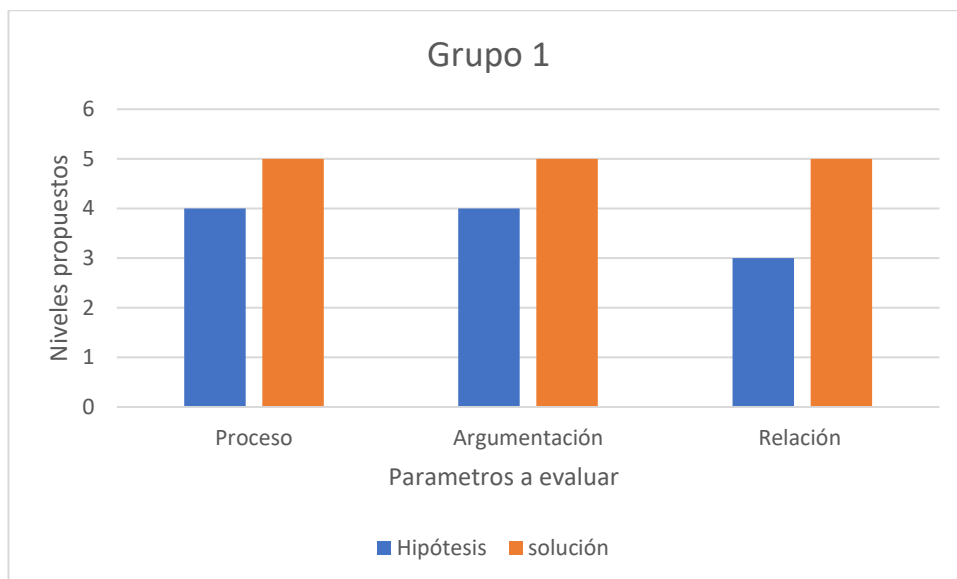
Frente a la mejora continua el grupo 3, su trabajo final demuestra un gran cambio, donde toman directamente las fases del biodigestor y dan directamente sus similitudes en su propio proceso planteado, dando a entender cuales se repiten y la necesidad que lo hagan en su vía de reacciones.

Cabe resaltar que los primeros tropiezos que tuvieron en termino de reacciones o de la secuencia fueron erradicados, lo que demuestra una eficiencia en donde juega un papel importante el material de apoyo que complementa las falencias de conocimientos en el área de química orgánica, realizando los refuerzos en cátedras sincrónicas.

Finalmente se muestra el progreso de la investigación, en el cual es claro los avances de las habilidades de pensamiento inferencial tales como inferencia, la descriptiva en el grupo numero 1 la explicativa.

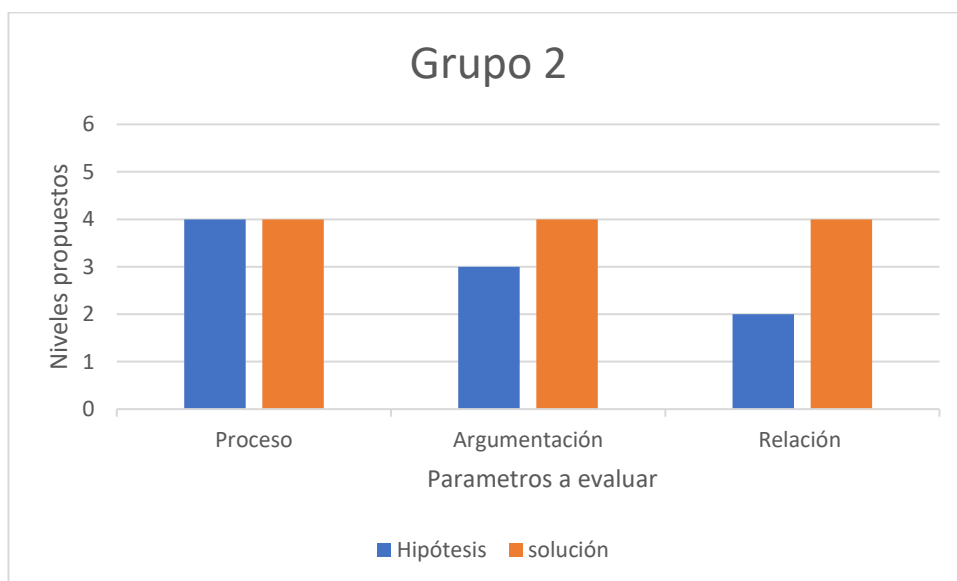
En la gráfica número 1 se ven los resultados del grupo 1, visualizando que ya tienen las habilidades de pensamiento inferencial, tales como la inferencia, la comparativa, la descriptiva y la explicativa, las cuales se fortalecen siguiendo la taxonomía de SOLO propuesta logran incluso argumentar mejores procesos para la solución del problema, dando a resaltar como se fortalece la habilidad explicativa y descriptiva.

Gráfico 1 Comparación de niveles según la taxonomía SOLO-propuesta al inicio y final de la secuencia didáctica en el grupo 1. Elaboración propia.



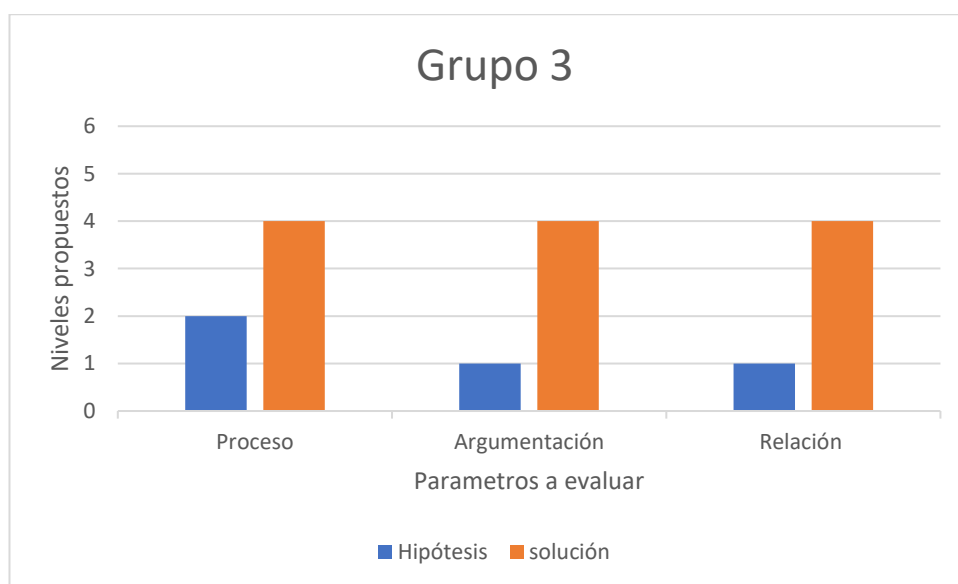
En la gráfica número 2 se ven los resultados del grupo 2, quienes poseen las habilidades de pensamiento inferencial, las cuales muestran un leve aumento en la inferencia, descriptiva y explicativa, lo que denota que solo faltaba realimentar conocimientos que los estudiantes no implementaban en un tiempo considerable.

Gráfico 2 Comparación de niveles según la taxonomía SOLO-propuesta al inicio y final de la secuencia didáctica en el grupo 2. Elaboración propia.



Por último, la gráfica número 3 perteneciente al grupo 3, muestra la mejora continua del grupo, en donde inicialmente no demuestran las habilidades de pensamiento inferencial claramente, pero al finalizar la secuencia didáctica logran las habilidades de pensamiento inferencial como son: la inferencia, comparativa, descriptiva y explicativa.

Gráfico 3 Comparación de niveles según la taxonomía SOLO-propuesta al inicio y final de la secuencia didáctica en el grupo 3. Elaboración propia.



Como análisis de resultado se logra evidenciar que las habilidades de pensamiento inferencial son generadas a partir de conocimientos ya establecidos en el cerebro de la persona, las cuales toman como punto guía estableciendo diferencias o similitudes al abordar un nuevo tema de aprendizaje o la solución a un problema, donde aumentan a partir de un pensamiento crítico que cuestiona coherentemente la nueva idea resolviendo interrogantes a partir de conocimientos que se tienen como reales, buscando nuevas soluciones a un problema planteado.

8. CONCLUSIONES

La metodología de enseñanza ABP es la indicada para potenciar las habilidades de pensamiento inferenciales, esto se debe a su principal desarrollo de una pregunta con respuesta amplia y abierta (Calvo, Hernando, & Fernando, Universidad Javeriana, 2018), en la cual los estudiantes siempre están pendientes de encontrar una pronta solución y por lo tanto inician a dar críticas constructivas de que idea es adecuada para la solución (Ramirez, 2014), por lo cual al seguir con la secuencia didáctica amplia más temas y conocimientos que van comparando con los ya utilizados, que junto con en el taller genera una constante comparación entre lo que ya han estudiado y los nuevos temas que son suministrados para la solución del problema formando un nuevo punto de vista (General, 2018), por lo tanto, al estar constantemente en ese proceso y repetirlo varias veces aumentan las habilidades generando a su vez nuevos conocimientos visto también en los resultados del trabajo de (Escalona L. A., 2019).

Se logran potenciar las habilidades de pensamiento inferencial a partir de correcciones tal como sucede en el grupo número 3 como son la inferencia, comparativa, descriptiva y explicativa, pero estas deben estar acompañadas de bases bien planteadas del conocimiento (Moreno, 2011), donde no basta solo con saber una respuesta si no también el inicio de donde surgió ese conocimiento, dado que los estudiantes no poseen las bases del estudio no se logra determinar la verdadera razón de un error, de esta manera no se logra argumentarlo y mucho menos llegar a corregirlo (Ramirez, 2014), por lo que es necesario un taller por cada tema y no uno general como se plantea en la secuencia didáctica.

Al realizar la practica constructiva en grupos se logra un mejor desarrollo en las habilidades de pensamiento inferencial (Fallas & Garcia, 2001), esto se debe a que al ser dos personas dan más ideas, por consiguiente se dan más argumentos que generando una discusión con la finalidad de determinar que parámetros se deben tener en cuenta para la solución del problema, además de generar nuevos puntos a tener en cuenta respectivamente formando una mejor solución (Ramirez, 2014), en donde es necesario implementar retroalimentaciones para llegar a la respuesta adecuada y por consecuencia potenciar las habilidades de pensamiento inferencial como: la inferencia, descriptiva y explicativa observados en los resultados finales del grupo 2.

Existen estudiantes los cuales ya han adquirido las habilidades de pensamiento inferencial, las cuales se refuerzan a partir de la metodología ABP propuesta realizando nuevas soluciones más eficientes, adquiriendo nuevos conocimientos por otros lados para que de esa manera se pueda dar un progreso de mejora continua a un problema ya establecido como se ve en los resultados en el grupo 1 (Escalona L. A., 2019).

9. RECOMENDACIONES

Es importante determinar límites en torno a las soluciones del problema, donde no se dejen soluciones a partir de otras reacciones sino centrando a los estudiantes por unas ya seleccionadas (General, 2018), dado que al proseguir con la solución del problema lleguen a otras que pueden ser más eficientes dependiendo de los textos de consulta, lo que puede llegar a un conflicto el cual es no determinar si se adquieren o no las habilidades a evaluar, dado que pueden ser procesos totalmente diferentes a los cuales no se logren comparar a los propuestos, por otra parte pueden alargar más la solución por tener una guía que les tome más tiempo y pasos a solucionar.

Es preferible que los estudiantes no tengan o tengan pocos conocimientos respecto al tema de estudio, los cuales pueden tener un proceso paralelo de enseñanza-aprendizaje para no solo adquirir habilidades de pensamiento inferencial sino también un nuevo conocimiento disciplinar (Escalona B. R., 2010), para que de esta forma su proceso de razonamiento frente al tema sea más complejo, lo que da como resultado no obtener de primera mano respuestas tan directas, e inicien un proceso más fuerte en donde estas habilidades van saliendo más a flote al buscar una solución al problema planteado, de esta manera se logra una mayor retentiva de la información (Escalona L. A., 2019).

Para que el desarrollo de las habilidades del pensamiento inferencial sea eficiente, el proceso que va en paralelo con la pregunta problema debe tener una construcción clara en todos los parámetros establecido y estudios realizados, así mismo dar una solución global que tenga similitudes con la pregunta problema, pero no demuestre una solución directa al problema, ya que el proceso inicial de comparación debe ser solo una guía para tomar como ejemplo (Calvo, Hernando, & Fernando, Universidad Javeriana, 2018).

Los talleres o actividades de refuerzo individuales, dependiendo el grupo de estudiantes, deben ser realizados en clases sincrónicas, esto se debe a que ya sea por falta de tiempo o querer dar una solución próxima a las actividades, los estudiantes los realicen en grupos, lo que generaría una falla al analizar el trabajo en la cual no se denote que estudiantes realmente tienen las habilidades de pensamiento inferencial y quienes no, ya que todo el trabajo fue realizado en grupo, otra solución es la de realizar diferentes talleres y suministrar uno diferente a cada estudiante del grupo, pero si existe una colaboración en ayuda de los mismos compañeros del grupo o inclusive de otros compañeros de diferentes grupos, nuevamente se vuelve confuso o erróneo determinar el avance individual de cada estudiante (Monterrey, 1999).

Se puede finalizar el proceso con una última pregunta problema, con la finalidad de determinar si los estudiantes además de adquirir las habilidades de pensamiento inferencial global obtienen de forma eficiente los conocimientos de los temas instruidos durante el proceso de la enseñanza por resolución de

problemas, el cual debe ser un problema totalmente diferente pero que se pueda solucionar a partir de los conocimientos suministrados a los estudiantes (Monterrey, 1999).

10. BIBLIOGRAFÍA

Arboleda Y. O., & Gonzales L. O., (julio de 2009). *Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira*. Obtenido de bdigital.unal: <http://www.bdigital.unal.edu.co/7967/4/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf>

Barriga D. & Hernandez G., (1999). *Estrategia docente para un aprendizaje significativo*. Caracas: McGRAW-HILL.

Carrillo L., (2003). *sgpwe*. Obtenido de sgpwe: http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/aura/vida_y_muerte_microbiana

Escalona B., (2010). *Solución de problemas: una estrategia para la evaluación del pensamiento creativo*. Caracas: Sapiens. Revista Universitaria de Investigación, vol. 11, núm. 1.

Escalona L. A., (Febrero de 2019). *Revista Archivo Médico de Camagüey*. Obtenido de Revista Archivo Médico de Camagüey: <http://scielo.sld.cu/scielo>.

Escobar R. C., Carrasco B. S., & Salas, I. C. (2015). Desarrollo del pensamiento crítico en el área de ciencias naturales en una escuela de secundaria. *Revista Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín*, 17-42.

Fallas, & Garcia, J., (2001). *Resolución de problemas: De Piaget a otros autores*. Obtenido de inif.ucr.ac.cr: <http://www.inif.ucr.ac.cr/recursos/docs/Revista%20de%20Filosof%C3%A1Da%20UCR/Vol.%20XXXII/No%2077/Resolucio%20de%20problemas%20.pdf>

Calvo F., Cruz H., & Guerra F., (2018). Obtenido de Universidad Javeriana: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/35334/Tesis%20Pensamiento%20Inferencial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fregoso M. D., Ferrera-Cerrato R., Barra J. E., Santos, J. T., & Gómez L. B. (2001). Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida. *Terra Latinamericana*, 353-362. Obtenido de redalyc.

Fuentes A. S., (2019). *portal de educación*. Obtenido de portal de educación: <https://www.educapeques.com/escuela-de-padres/habilidades-del-pensamiento.html>

Gámez W. H., & Hernández, F. F. (2018). Uso de la taxonomía SOLO en situaciones de muestreo: un ejemplo de aplicación. *Revista de didáctica de las ciencias*, 105-116. Obtenido de Revista didáctica de las ciencias.

García C. H., (2001). El refuerzo y el estímulo discriminativo en la teoría del comportamiento. Un análisis crítico histórico-conceptual-conceptual. *Latinoamericana de psicología*, 45-52.

García M. C., Rivas L. A., & Cruz R. S., (agosto de 2010). *Universidad del Salvador Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela de Ingeniería Química*. Obtenido de ri.ues:
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/138/1/10136039.pdf>

General A. O., (Agosto de 2018). *Instituto Politécnico Nacional Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos*. Obtenido de *Instituto Politécnico Nacional Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos*:
<https://www.ipn.mx/assets/files/cecyt8/docs/Estudiantes/GuiasEstudio/AreaHumanistica/DHPAntologia20182019.pdf>

Herrero J. M., (2008). *Biodigestores familiares guía de diseño y manual de instalaciones*. La Paz: Metrobol.

Molina R. A., & Corzo J. Q., (2018). *Universidad de Caldas*. Obtenido de Universidad de caldas:
<https://rieoei.org/historico/deloslectores/054Ancizar.PDF>

Monterrey I. T., (29 de junio de 1999). *Las Estrategias y técnicas didácticas en el rediseño*. Obtenido de sitios.itesm:
<http://sitios.itesm.mx/va/dide/documentos/inf-doc/abp.pdf>

Moreno M. T., (2011). *Manual biogas*. Obtenido de fao.org:
<http://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>

Ramírez N., (2014). Las habilidades del pensamiento y el aprendizaje significativo en matemáticas, de escolares de quinto grado en Costa Rica. *Actualidades investigativas en educación*, 1-30.

Rincon K. M., & Villarreal A. F., (2016). *Pedagógica*. Obtenido de repository.pedagogica:
<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/2259/TE-19170.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Solanov O. R., Vargas M. F., & Watson R. G., (2010). Biodigestores: factores químicos, físicos y biológicos relacionados con su productividad. *Tecnología en Marcha*, 39-46.

ANEXOS

Anexo 1 Secuencia didáctica

En el siguiente anexo se muestra la secuencia didáctica, exponiendo las actividades realizadas las cuales fueron sincrónicas o asincrónicas, donde su temática principal se basa en los conceptos básicos de elementos orgánicos alifáticos y sus diversas reacciones, teniendo un enfoque siempre en el fortalecimiento de las habilidades inferenciales, de esta forma se muestra cómo se realizó el trabajo de grado titulado: DESARROLLO DE HABILIDADES DE PENSAMIENTO INFERENCIAL, MEDIADA POR UNA SECUENCIA DIDÁCTICA RELACIONADA CON EL PROCESO DE BIODIGESTIÓN.

Este trabajo fue diseñado para un grupo de estudiantes universitarios que se encuentran finalizando sus procesos académicos, los cuales están cursando una cátedra en énfasis disciplinar II en la Universidad Pedagógica Nacional, teniendo en cuenta que los estudiantes ya cursaron dos cátedras de química orgánica al paso de regular del cuarto o quinto semestre respectivamente, por lo que el trabajo se enfoca más en la obtención de las habilidades de pensamiento de inferencia global sobre teorías de la materia en sí de química orgánica.

Las actividades fueron diseñadas para que los estudiantes fortalezcan sus habilidades de pensamiento inferencial a partir de problemas que desarrollen su pensamiento crítico, tomando temas y conocimientos en la química orgánica donde se evalúa principalmente los argumentos de sus respuestas, y las comparaciones que realizan en sus soluciones frente a un nuevo tema de estudio que el cuales las reacciones presentes dentro de un biodigestor.

Para la implementación de la secuencia didáctica se implementó la enseñanza por aprendizaje basado en problemas ABP, donde se tuvo en cuenta los parámetros formulados por (Monterrey, 1999) junto con los estudios y conclusiones realizados en ellos de (Fallas & Garcia, 2001), (Calvo, Hernando, & Fernando, Universidad Javeriana, 2018), (Escalona L. A., 2019), entre otros, para que de esta manera se realizaran las respectivas actividades con las finalidades propuestas en el presente trabajo.

Por lo tanto se realizaron dos clases sincrónicas con los estudiantes, con una de refuerzo para los grupos que lo necesitaban, junto con las actividades a realizar asincrónicas, dando dos en grupos y una individual, para el desarrollo de las actividades no se les plantea la finalidad del trabajo, esto se debe que inconscientemente tendrán breves respuestas de lo que realmente se busca y por ende realizaran el trabajo en torno a su finalidad, por lo tanto se disfrazó en temáticas de la química orgánica para que los estudiantes demuestren sus habilidades cognitivas de una forma natural.

Actividad	Tiempo	Tipo de clase	Indicadores	Finalidad de la actividad
presentación Producción de energía a partir de desechos orgánicos	1 hora	sincrónica	Identifica las cuatro diferentes fases que se producen dentro del biodigestor. Reconocer la finalidad de cada fase que se lleva dentro del biodigestor.	Dar a conocer diferentes procesos bioquímicos que funcionan para obtener un compuesto de interés, a partir de una presentación.
Formulación de hipótesis	1 hora	asincrónica	Analiza una posible solución a un problema planteado, con informaciones obtenida previamente.	Mirar que habilidades de pensamiento inferencial tales como la inferencia y la comparativa poseen los estudiantes al encontrarse con un problema no cotidiano, planteando una hipótesis de como los solucionarían desde los conocimientos que poseen.

Actividad	Tiempo	Tipo de clase	Indicadores	Finalidad de la actividad
Refuerzo químico orgánica grupos C, H, O.	1 hora	sincrónica	Identifica las diferencias entre grupos funcionales y su jerarquía al determinar su nomenclatura para así mismo aplicarla. Identificar las diferentes reacciones orgánicas que se efectúan	Reconocer los diferentes grupos funcionales, nombrando moléculas según la IUPAC. Reconocer diferentes reacciones orgánicas.
Taller reconociendo el error	1 hora	asincrónica individual	Potencializar las habilidades de pensamiento inferencial: de inferencia, comparación descripción y explicación a partir del pensamiento crítico	Determinar individualmente que estudiantes tienen las habilidades de pensamiento inferencial, a partir de argumentos planteados, para así mismos potencializar a partir de respuestas lógicas que dan con sus propios conocimientos.

Actividad	Tiempo	Tipo de clase	Indicadores	Finalidad de la actividad
Refuerzo	1 hora	sincrónica	Reconocer: que estudiantes tiene dificultades analizando los problemas suministrados. Potencializar sus habilidades de pensamiento critico	Potencializar sus habilidades de pensamiento inferencial corrigiendo errores que cometieron durante el taller argumentando las falencias
solución pregunta problema	1 hora	asincrónica	Analiza la información y conocimientos obtenidos, para resolver problemas desde otro enfoque.	Identificar si se adquieren las habilidades de pensamiento inferencial: de inferencia, comparación descripción y explicación a partir de un proceso planteado dando una solución coherente

INTRUMENTO #1

Pregunta Problema

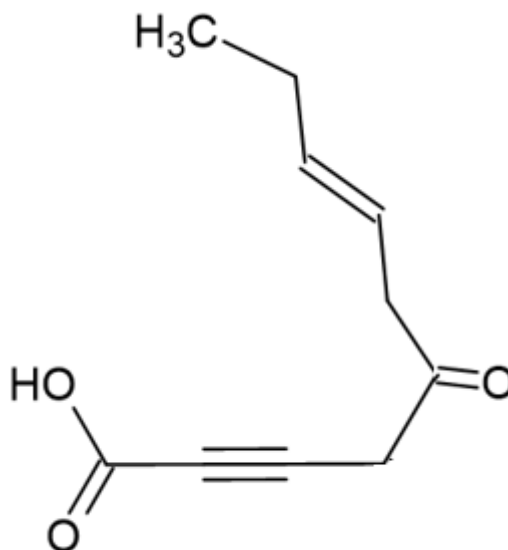
Universidad Pedagógica Nacional

Departamento de Ciencia y Tecnología

Descomposición de una macromolécula

Ya visto en el biodigestor los procesos enzimáticos que realizan los microorganismos, que utilizan para romper diferentes cadenas orgánicas y formar metano que es el gas de interés de bajo peso molecular.

Se le ha pedido a su grupo como analistas de laboratorio que analicen la siguiente molécula, para que realicen una ruta de reacciones sintéticas para obtener como resultados moléculas de bajo peso molecular no mayores a 6 carbonos de solo grupos alcano.



1. ¿Qué reacciones realizaría usted en un laboratorio para reducir la molécula en metano, etano, propano, butano, pentano y hexano?
 - A. Realice en su grupo de trabajo una breve hipótesis de cómo cree que sería un paso a paso para descomponer la molécula en un laboratorio, teniendo en cuenta los

procesos del biodigestor en el cual este es bioquímico y el que ustedes realizarían es netamente químico.

- B. Realice la secuencia de reacciones dando el paso a paso de reactivos y productos en cada paso y en cada nueva reacción que realice.

- 2. Que grupos funcionales ve en cada molécula del proceso

- 3. Nombre de la molécula

- 4. Realice un cuadro comparativo entre su ruta de reacciones y el proceso enzimático que realizaron los microorganismos

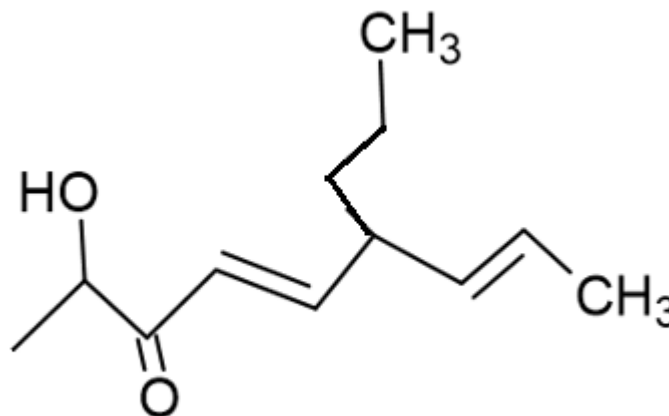
Hipótesis:

Universidad Pedagógica Nacional
Departamento de Ciencia y Tecnología

Descomposición de una macromolécula

Ya visto en el biodigestor los procesos enzimáticos que realizan los microorganismos, que utilizan para romper diferentes cadenas orgánicas y formar metano que es el gas de interés de bajo peso molecular.

Se le ha pedido a su grupo como analistas de laboratorio que analicen la siguiente molécula, para que realicen una ruta de reacciones sintéticas para obtener como resultados moléculas de bajo peso molecular no mayores a 6 carbonos de solo grupos alcano.



5. ¿Qué reacciones realizaría usted en un laboratorio para reducir la molécula en metano, etano, propano, butano, pentano y hexano?
 - C. Realice en su grupo de trabajo una breve hipótesis de cómo cree que sería un paso a paso para descomponer la molécula en un laboratorio, teniendo en cuenta los procesos del biodigestor en el cual este es bioquímico y el que ustedes realizarían es netamente químico.
 - D. Realice la secuencia de reacciones dando el paso a paso de reactivos y productos en cada paso y en cada nueva reacción que realice.

6. Que grupos funcionales ve en cada molécula del proceso

7. Nombre de la molécula

8. Realice un cuadro comparativo entre su ruta de reacciones y el proceso enzimático que realizaron los microorganismos

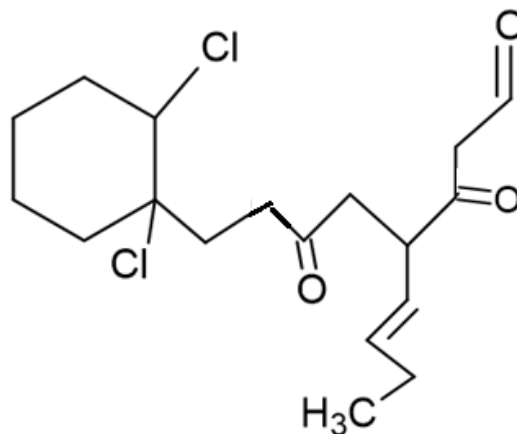
Hipótesis:

Universidad Pedagógica Nacional
Departamento de Ciencia y Tecnología

Descomposición de una macromolécula

Ya visto en el biodigestor los procesos enzimáticos que realizan los microorganismos, que utilizan para romper diferentes cadenas orgánicas y formar metano que es el gas de interés de bajo peso molecular.

Se le ha pedido a su grupo como analistas de laboratorio que analicen la siguiente molécula, para que realicen una ruta de reacciones sintéticas para obtener como resultados moléculas de bajo peso molecular no mayores a 6 carbonos de solo grupos alcano.



1. ¿Qué reacciones realizaría usted en un laboratorio para reducir la molécula en metano, etano, propano, butano, pentano y hexano?
 - A. Realice en su grupo de trabajo una breve hipótesis de cómo cree que sería un paso a paso para descomponer la molécula en un laboratorio, teniendo en cuenta los procesos del biodigestor en el cual este es bioquímico y el que ustedes realizarían es netamente químico.
 - B. Realice la secuencia de reacciones dando el paso a paso de reactivos y productos en cada paso y en cada nueva reacción que realice.

2. Que grupos funcionales ve en cada molécula del proceso

3. Nombre de la molécula
4. Realice un cuadro comparativo entre su ruta de reacciones y el proceso enzimático que realizaron los microorganismos

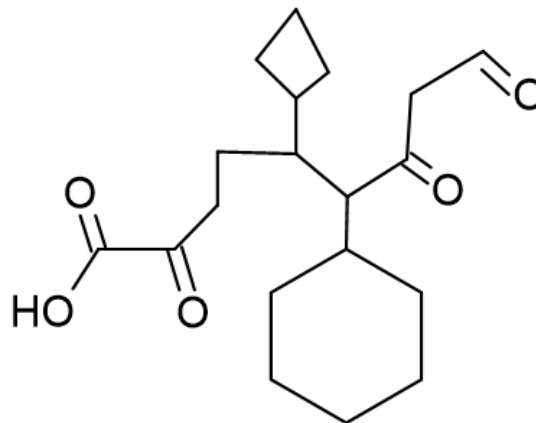
Hipótesis:

Universidad Pedagógica Nacional
Departamento de Ciencia y Tecnología

Descomposición de una macromolécula

Ya visto en el biodigestor los procesos enzimáticos que realizan los microorganismos, que utilizan para romper diferentes cadenas orgánicas y formar metano que es el gas de interés de bajo peso molecular.

Se le ha pedido a su grupo como analistas de laboratorio que analicen la siguiente molécula, para que realicen una ruta de reacciones sintéticas para obtener como resultados moléculas de bajo peso molecular no mayores a 6 carbonos de solo grupos alcano.



1. ¿Qué reacciones realizaría usted en un laboratorio para reducir la molécula en metano, etano, propano, butano, pentano y hexano?
 - A. Realice en su grupo de trabajo una breve hipótesis de cómo cree que sería un paso a paso para descomponer la molécula en un laboratorio, teniendo en cuenta los procesos del biodigestor en el cual este es bioquímico y el que ustedes realizarían es netamente químico.
 - B. Realice la secuencia de reacciones dando el paso a paso de reactivos y productos en cada paso y en cada nueva reacción que realice.
2. Que grupos funcionales ve en cada molécula del proceso

3. Nombre de la molécula
4. Realice un cuadro comparativo entre su ruta de reacciones y el proceso enzimático que realizaron los microorganismos

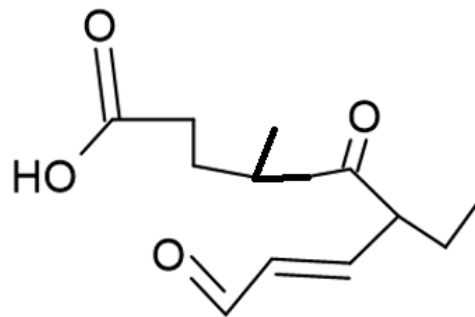
Hipótesis:

Universidad Pedagógica Nacional
Departamento de Ciencia y Tecnología

Descomposición de una macromolécula

Ya visto en el biodigestor los procesos enzimáticos que realizan los microorganismos, que utilizan para romper diferentes cadenas orgánicas y formar metano que es el gas de interés de bajo peso molecular.

Se le ha pedido a su grupo como analistas de laboratorio que analicen la siguiente molécula, para que realicen una ruta de reacciones sintéticas para obtener como resultados moléculas de bajo peso molecular no mayores a 6 carbonos de solo grupos alcano.



1. ¿Qué reacciones realizaría usted en un laboratorio para reducir la molécula en metano, etano, propano, butano, pentano y hexano?
 - A. Realice en su grupo de trabajo una breve hipótesis de cómo cree que sería un paso a paso para descomponer la molécula en un laboratorio, teniendo en cuenta los procesos del biodigestor en el cual este es bioquímico y el que ustedes realizarían es netamente químico.
 - B. Realice la secuencia de reacciones dando el paso a paso de reactivos y productos en cada paso y en cada nueva reacción que realice.
2. Que grupos funcionales ve en cada molécula del proceso

3. Nombre de la molécula
4. Realice un cuadro comparativo entre su ruta de reacciones y el proceso enzimático que realizaron los microorganismos

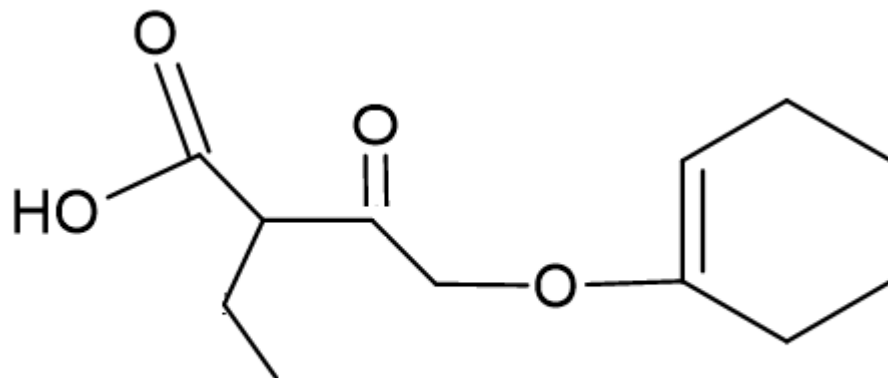
Hipótesis:

Universidad Pedagógica Nacional
Departamento de Ciencia y Tecnología

Descomposición de una macromolécula

Ya visto en el biodigestor los procesos enzimáticos que realizan los microorganismos, que utilizan para romper diferentes cadenas orgánicas y formar metano que es el gas de interés de bajo peso molecular.

Se le ha pedido a su grupo como analistas de laboratorio que analicen la siguiente molécula, para que realicen una ruta de reacciones sintéticas para obtener como resultados moléculas de bajo peso molecular no mayores a 6 carbonos de solo grupos alcano.



1. ¿Qué reacciones realizaría usted en un laboratorio para reducir la molécula en metano, etano, propano, butano, pentano y hexano?
 - A. Realice en su grupo de trabajo una breve hipótesis de cómo cree que sería un paso a paso para descomponer la molécula en un laboratorio, teniendo en cuenta los procesos del biodigestor en el cual este es bioquímico y el que ustedes realizarían es netamente químico.
 - B. Realice la secuencia de reacciones dando el paso a paso de reactivos y productos en cada paso y en cada nueva reacción que realice.

2. Que grupos funcionales ve en cada molécula del proceso
3. Nombre de la molécula
4. Realice un cuadro comparativo entre su ruta de reacciones y el proceso enzimático que realizaron los microorganismos

Hipótesis:

INSTRUMENTO #2
Taller reconocimiento de errores
Universidad Pedagógica Nacional

Formación de estructuras orgánicas por su nombre (alcanos alquenos y alquinos)

1. Dibuje la estructura de cada molécula que se nombra
2. Cada estructura tiene un error el cual se debe corregir, encuéntrelo y argumente el por qué es un error.
3. Finalmente, corrija la nomenclatura correspondientemente eliminando el error
 - 6-isopropil-3,5-dimetil-8-butilnonano
 - 2,2,3,6,7-pentametiloct-2-eno
 - 1-cloro-4-bromo-3,5-isopropilhexano
 - 5-etil-3-isopropil-2,8-dimetilhexano
 - 4-metil-5,3-heptano
 - 2,2-dimetil-dec-3,5,7-ino-9-eno
 - 3-isopropilhexa-2-ino
 - 1-sec-butil-6-etil-3,6-dimetil-1,2-ciclohexadien-4-ino

Formación de estructuras orgánicas por su nombre

4. En cada párrafo existe una afirmación verdadera la cual se debe subrayar de verde y una falsa que se debe subrayar de rojo
5. Explique por qué subrayo la parte roja
 - Un alcohol cuaternario tiene mayor prioridad que un doble enlace al nombrarse la molécula orgánica
 - ¿Cómo se nombraría una cetona que se encuentra al final de una cadena carbonada? Teniendo en cuenta que ellas tienen prioridad sobre los grupos alcoholes
 - Como nombraría un ácido carboxílico que se encuentra en medio de una cadena carbonada, dado que los ácidos carboxilos tienen la prioridad sobre todos los grupos funcionales.

INSTRUMENTO #1

Información de llenado y procesos de un biodigestor

BIODIGESTOR

Fundamento para el diseño de un biodigestor

Para el diseño de un biodigestor es importante comprender que este se puede alimentar de diferentes materias orgánicas que cumpla con un ciclo bioquímico, en donde se puede encontrar la madera, desechos agrícolas, estiércol animal entre otros, de esta manera la biomasa se puede clasificar en dos formas, naturales y residuales donde las naturales se refiere a lo que se produce en la naturaleza específicamente con las plantas y hongos, en estos podemos encontrar; hojas y pétalos de plantas perdidos, matorrales, hierbazales, plantas muertas etc. Mientras que los residuales se refieren a las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, como el estiércol de diferentes especies animales. Además, existen plantaciones creadas netamente para el uso de combustibles, como la caña de azúcar, el maíz, especies de palmas, siendo estos los más utilizados, los cuales son denominados plantaciones energéticas (Arboleda & Gonzales, 2009).

Volumen de masa

Para la alimentación correcta de un biodigestor, se debe tener en cuenta la cantidad de biomasa que debe ser disuelta antes de ser introducida, en la que se observaran 2 parámetros: uno que no esté altamente diluida para que los microorganismos que van actuar en ella tengan los nutrientes necesarios para sus procesos, así mismo que no tenga sólidos suspendidos de gran tamaño siendo estos menores a 1cm^3 , lo cual les permitirá utilizar toda la biomasa a los microorganismos actuando sobre la superficie de la biomasa, si los sólidos llegan a tener un tamaño muy grande los microorganismos no podrán consumirlo toda la biomasa por la dificultad de llegar a lo más profundo de dicho sólido, por lo cual se recomienda un parámetro de 1:1 o 1:2 en la preparación de la biomasa residual, y de 1:3 a 1:4 para residuo natural (Arboleda & Gonzales, 2009)

Temperatura

Otros parámetros para determinar antes de iniciar el proceso dentro del biodigestor son la temperatura y la cantidad de biomasa a utilizar, en la cual una gran cantidad de masa producirá una mayor cantidad de biogás, al igual que necesitara una mayor cantidad de tiempo, luego tenemos la variable de la temperatura que al igual que la biomasa es directamente proporcional, donde a

mayor temperatura más eficiente será el proceso, pero en esta variable es necesario tener un control, dado que si las temperaturas llegan a hacer más altas de los 90°C las bacterias presentes pueden llegar a morir (Carrillo, 2003), por consiguiente llegaría a evitar el proceso de obtención del biogás al exponerse a temperaturas más elevadas, donde se ha experimentado una mayor eficiencia a los 70°C según (Herrero, 2008) en la tabla numero 1 ponemos observar los días que demora la fermentación a una temperatura específica.

Tabla 1.

Tiempo de reacción según la temperatura

<u>Regiones características</u>	<u>Temperatura °C</u>	<u>Tiempo en días</u>
Trópico	30	20
Valle	20	30
Altiplano	10	60

Fuente adaptada de (Solanov, Vargas, & Watson, 2010)

Nota: Para tener referencia a las variedades de climas que están en las diferentes regiones comparado con el tiempo necesario para la mejor obtención de biogás.

Microorganismos

La siguiente parte para analizar son los microorganismos que actúan en la biomasa, centrándonos principalmente en las bacterias metanogénicas, las cuales se encuentran en estiércol fresco que consumen, y a través de varios procesos bioquímicos producen metano (CH₄) y otros gases como desecho, para que esta reacción sea más eficiente en el proceso de obtener metano se debe realizar en medio anaeróbico con materia altamente biodegradable, para que de esta forma se logre obtener 0.5 m³ de gas por Kg de masa, el cual da como resultado 70% de metano (Arboleda & Gonzales, 2009), los otros gases generados son dióxido de carbono, hidrogeno molecular y sulfuro de hidrogeno.

Relación (C/N)

Cabe resaltar que es necesario tener en cuenta otros tipos de nutrientes, que las bacterias necesitan para realizar de mejor forma su trabajo, siendo estos fosfatos, minerales y azufre que se encuentran presentes en pequeñas cantidades al igual que es poco su uso en los microorganismos, pero si se debe resaltar es la relación que se tiene carbono nitrógeno (C/N), donde una cantidad muy alta de nitrógeno en la biomasa no alcanza a ser sintetizada por sus altas cantidades dando como producto amoníaco (NH₃) en exceso, lo cual afectará a las bacterias metanogénicas desactivándolas o matándolas, al igual si las

cantidades de nitrógeno son muy bajas, se da una disminución en reproducción de los microorganismos reduciendo el desempeño de la producción del biogás (Solanov, Vargas, & Watson, 2010), de esta manera se ha determinado que una selección 10:1 es una relación alta de nitrógeno, lo cual anteriormente expuesto genera el error de producción alta de amoníaco, una relación 40:1 es muy poca en términos de absorción de nutrientes microbianos, el cual da bajo rendimiento a la reproducción microbiana y por tanto baja producción de biogás, por lo tanto se ha estipula que los valores más favorecidos se encuentran entre 20:1 y 30:1 (Fregoso, Ferrera-Cerrato, Barra, Santos, & Gómez, 2001) a continuación podemos ver algunos ejemplos en la tabla número 2.

Tabla 2.

Relación C/N de varios productos residuales

<u>Sustancia</u>	<u>Relación C/N</u>
Estiércol equino	25
Estiércol vacuno	18
Alfalfa	16-20
Algas marinas	19
Aserrín	511
Basura	25
Cascaras de papa	25
Paja seca de trigo	87
Paja seca de arroz	67
Tallo de maíz	53
Hojas secas	41
Estiércol de aves	32
Pasto	27
Estiércol bovino	29
Estiércol de cerdo	13
Heces frescas humanas	2.9
Orina	0.8

Fuente adaptada de (Arboleda & Gonzales, 2009)

Nota: Para tener referencia de los mejores residuos para implementar una mejor fermentación anaeróbica.

pH

También es necesario resaltar que se debe tener un control adecuado en el pH, dado que este afecta el equilibrio en el sistema anaeróbico, donde las bacterias metanogénicas trabajan mejor en pH neutros entre 6 a 8 donde su mayor eficiencia es entre 7 y 7.2 (Arboleda & Gonzales, 2009), pese a que estas

bacterias se pueden adaptar a pH más ácidos esto lograría promover un aumento de amoníaco dependiendo también de la cantidad de nitrógeno en la biomasa, y a pH más alcalinos se pueden producir cetonas o aldehídos que no permitan la producción de metano, como con cebo en la parte de un pH ácido se puede adicionar carbonatos o bicarbonatos de sodio o potasio para alcalinizar la biomasa, y en caso de ser un pH más básico se pueden agregar cascara de frutas cítricas como naranja o limón (Rincon & Villarreal, 2016) viendo que efectos causa el pH en la tabla número 3.

Tabla 3.

Comportamiento de la carga de fermentación dentro del biodigestor de acuerdo con los valores de pH

pH	Comportamiento
7-7.2	Óptimo
6.2	Retarda la acidificación
7.6	Retarda la armonización

Fuente adaptada de (Arboleda & Gonzales, 2009)

Nota: Valores para adaptar un mejor pH para una mejor producción a partir de las recomendaciones establecidas.

Procesos de los microorganismos dentro del biodigestor

Teniendo los parámetros establecidos de la biomasa correctamente se inicia la fermentación anaeróbica, que como su nombre lo dice se realiza en ausencia de oxígeno, en el proceso se efectúa varias reacciones bioquímicas donde diferentes microorganismos casi simultáneamente inician sus procesos, unos compuestos en presencia de oxígeno inician reaccionando con ayuda de las enzimas de algunas bacterias producen dióxido de carbono, posteriormente se realiza una reducción para obtener el metano y otros gases como subproductos además de Biól conocido en su mayoría como biobanco (Moreno, 2011).

Para que el procedimiento se lleve a cabo las bacterias deben pasar por 4 fases dentro del biodigestor anaeróbicamente como se detallan la imagen número 1 las cuales son:

Fase I: Hidrólisis. Inicia el proceso en un medio anaeróbico, donde los primeros microorganismos estrictos y facultativos también conocidos como hidrolíticos, por medio de enzimas extracelulares llamadas exoenzimas, hidrolizan las macromoléculas orgánicas presentes en la biomasa tales como: celulosa, proteínas y lípidos cambiando su composición en azúcares, aminoácidos y grasas para volverlas solubles, de esta manera puedan traspasar la membrana celular (García, Rivas, & Cruz, 2010).

Las bacterias hidrolíticas no se demoran el mismo tiempo en procesar cada una de las macromoléculas, esto varía por las propiedades químicas de cada una, para realizar este proceso toman el oxígeno que está dentro del biodigestor con el cual realizan oxidaciones débiles rompiendo enlaces covalentes (García, Rivas, & Cruz, 2010), en las primeras horas fácilmente desdobla la celulosa en sus azúcares correspondientes, pero las proteínas y lípidos demoran días.

Las proteínas no solo son hidrolizadas, también las usan las bacterias tanto para realizar sus funciones como para su reproducción, por esto toman las proteínas para hidrolizar y para obtener energía, la enzima proteolítica llamada proteasas son las encargadas de hidrolizar las proteínas separándolas en aminoácidos y péptidos, los péptidos vuelven a ser hidrolizados para solo tener aminoácidos, algunos siguen el proceso y otros son consumidos por las bacterias (Moreno, 2011)

En el caso de los lípidos, al ser hidrolizados se fraccionan en varias partes su cadena carbonada, las enzimas que realizan este proceso se llaman lipasas, las cuales dan como resultados ácidos grasos de cadenas carbonadas y glicerol. (Moreno, 2011)

Como se informó anteriormente que en esta parte cuenta mucho los cambios de temperatura, pH, la cantidad y tamaño de materia, siendo el área donde las enzimas de los microorganismos realizarán la ruptura de diferentes enlaces por hidrólisis, para la eficiencia de estas primeras reacciones es necesario tener los sólidos menos posibles o de menor tamaño, por lo cual si se tiene un mal manejo de dichas variables pueden inactivar o incluso matar a los microorganismos. (Herrero, 2008)

Fase II: Fermentación o acidogénesis. Ya obtenidas las moléculas solubles, las siguientes reacciones que efectúan la realizan las bacterias facultativas y anaeróbicas obligadas, las cuales también son llamadas bacterias formadoras de ácidos, dichas bacterias transforman la materia soluble en ácidos orgánicos entre 1 y 5 carbonos, como lo son: acético, fórmico, propanoico, butánico y pentanoico, e incluso se da la formación de hidrógeno molecular, donde una cantidad elevada determina productos como el acetato o el propanoato (García, Rivas, & Cruz, 2010)

También se producen otras moléculas más reducidas como: valérico, propiónico, láctico entre otros, los cuales serán oxidados en la siguiente fase, esto con el fin que las bacterias metanogénicas inicien su proceso, además las bacterias formadoras de ácidos eliminan todo el oxígeno restante dentro del biodigestor. (Moreno, 2011)

Un parámetro que se denota en esta parte del proceso es la disminución del pH inicial, por la producción de compuestos ácidos, los cuales se forman a la par con la fase I con reacciones de microorganismos que toman compuestos más fáciles a descomponer donde no necesitan pasar por una hidrólisis previa, debido

a estas reacciones se producen otros 2 gases: el dióxido de carbono (CO₂) y el hidruro de azufre (H₂S) lo que lleva a la consecuencia de tener un pH entre 5.1 y 6.8 (Arboleda & Gonzales, 2009)

Fase III: Acetogénica. En esta fase los microorganismos denominados bacterias acetogénicas, toman las moléculas que las bacterias metanogénicas no pueden sintetizar, las cuales fueron producidas en la fase dos tales como: etanol, ácidos grasos, y compuestos aromáticos transformándolas en compuestos más simples como acetato e hidrogeno molecular, esos proceso se dan por reacciones espontaneas donde no le afectan las presiones del hidrógeno, cuando el hidrógeno se encuentra en bajas concentraciones, las bacterias acetogénicas producen acetato y dióxido de carbono (Moreno, 2011).

Además, se han encontrado una nueva especie de bacterias denominadas homoacetogénicas, siendo aislados principalmente *Acetobacterium woodii* y *Clostridium aceticum*, tomando todo compuesto mono carbonado junto con hidrógeno molecular para la producción exclusiva de acetato, esto permite tener bajas presiones en un sistema anaeróbico.

En este momento se han adquirido todas las moléculas base de fácil sinterización para las bacterias metanogénicas, con bajas presencias de hidruro de azufre y amoniaco, los microorganismos ya han extraído todos los minerales de la biomasa y dejando todos los sustratos ácidos volátiles para la fase final. (Garcia, Rivas, & Cruz, 2010).

Fase IV: Metanogénesis. Finalmente, las bacterias metanogénicas actúan sobre todos los productos de las fases anteriores, completando el proceso de descomposición anaeróbica, donde toman los ácidos carboxílicos y junto con el hidrógeno gaseoso forman las moléculas de metano, donde el 70% del metano producido en el biodigestor es resultado de la descarboxilación de ácido acético, además de tomar otras sustancias mono carbonadas tales como el dióxido de carbono y carbonatos producidos como subproductos de la interacción del dióxido de carbono con el agua presente tal como podemos ver en la tabla numero 4 (Moreno, 2011)

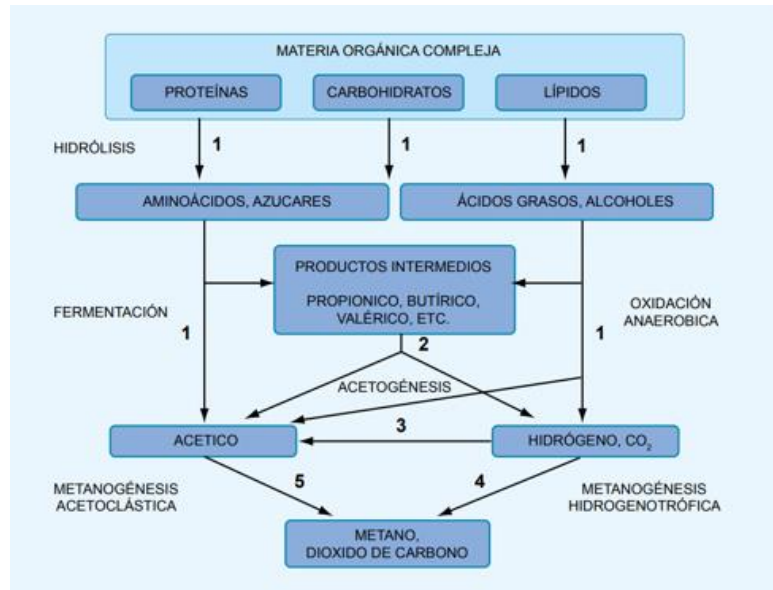


Figura 1. Esquema de reacciones de la digestión anaeróbica

Fuente de (Moreno, 2011)

Tabla 4.

Composiciones químicas del biogás

<u>Componentes</u>	<u>Composición aproximada %</u>
Metano	CH ₄ 60-70
Dióxido de carbono	CO ₂ 30-40
Hidrógeno	H ₂ 1
Nitrógeno	N ₂ 0,5
Monóxido de carbono	CO 0,1
Oxígeno	O ₂ 0,1
Hidruro de azufre	H ₂ S 0,1

Fuente adaptada de (Arboleda & Gonzales, 2009)

Nota: Valores numéricos aproximado de los gases producidos dentro del biogás.

Biol

Terminando el proceso de la biodigestión se obtiene además del gas un fango, el cual pasa por un proceso de sedimentación o decantación, donde se remueven todos los sólidos de él, obteniendo una fase líquida denominada Biol, el cual suele ser el 90% como producto final de la biodigestión, este es un nutriente rico en nutrientes para la tierra, dado que posee altas cantidades de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio etc. Este funciona para el crecimiento de raíces y frutos de las plantas, esto se debe a los productos hormonales vegetales desechados por los microorganismos producidos por la fermentación anaeróbica.

De esta forma el Biol producido puede funcionar como: mejor intercambio catiónico en suelos ampliando la disponibilidad de nutrientes en la tierra, adecuar microclimas en el suelo para la comodidad de la planta, fertilizante para plantas en Sprite, erradica el uso de fertilizantes químicos dañinos para el medio ambiente, el cual ayuda a tener la mismas o mejor producción agrícola (García, Rivas, & Cruz, 2010).

Hipótesis:

Para realizar la reducción de la molécula en un alcano, se propone una reacción de reducción de algunos grupos funcionales frente al borano (Boro hidruro sódico), en donde los grupos funcional C=O de las cetonas, aldehídos y ácidos carboxílicos se ven reducidos a alcohol.

Después de obtener el alcohol, por medio de una reacción de deshidratación, se obtiene un alcano, ya que la hidrogenación con borano puede reducir el enlace C=C. Por último, como lo esperado es llegar a una molécula menor a seis carbonos se realiza una descomposición con acetato de sodio, hidróxido de sodio, mediante la aplicación de calor hasta obtener metano.

Hipótesis:

Etapa 1: adición nucleofílica de hidracina-la reacción de Wolff-Kishner.

Lo que se busca con esta etapa es atacar el grupo funcional cetona con el reactivo H en presencia de KOH, por lo cual se da a lugar aun alcohol más nitrógeno $2NH_2$ gaseoso y agua.

Etapa 2: reducción de ácidos carboxílicos con hidruro de litio y aluminio.

Lo que se busca con este paso es atacar al grupo funcional del ácido carboxílico, empleando como reactivo un mol de hidruro de litio y aluminio para dar lugar a un alcohol.

Etapa 3: deshidratación de alcoholes.

Ahora en este paso se emplea ácido sulfúrico concentrado a una temperatura de $85^{\circ}C$, en este caso se emplean dos moles de ácido sulfúrico para atacar el alcohol formado en la etapa 1 y el de la etapa 2. Así que se desplazan los OH y se forman dos dobles enlaces situados en posiciones diferentes.

Etapa 4: Pirólisis.

En esta etapa se realiza la ruptura de la cadena carbonatada, obteniendo el compuesto pentano y aparte el 1-penteno.

SOLUCIÓN

1. A nivel estructural no tiene error, el problema es la nomenclatura. La correcta debería ser:

✓ 6-isopropil-3,5,8-trimetildecano
 Nombando la cadena más larga, corrigiendo la #

2. Ajuste en la posición de los radicales metil

✓ 3,4,4,6,7-pentametiloct-2-eno
 ✗ 2,2,3,6,7-pentametil oct-2-eno

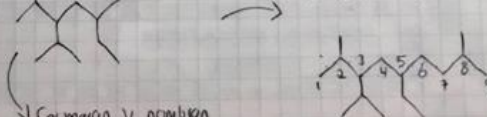
3. ✗ 1-cloro-4-bromo-3,5-isopropilhexano



✓ 4-bromo-1-cloro-3,3-disopropilhexano

Se enumeraron dos radicales isopropil, pero solo se nombra uno y también es necesario nombrar los halógeno en orden alfabético.

4. Si se quiere nombrar los dos radicales metil, en esas posiciones, es necesario tener por lo menos una cadena de 9 carbonos.



✓ 2,8-dimetil-5-etil-3-isopropilnonano
 ✗ 5-etil-3-isopropil-2,8-dimetilhexano
 Enumeran y nombran un metil en 8, pero la cadena principal solo tiene 6 carbonos.

5. Como no se especifican, solo se quitan los números de la nomenclatura.

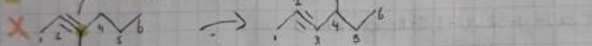
✓ 4-metilheptano

✗ 4-metil-5,3-heptano

6. Solo hay un error en el orden de la nomenclatura y en el número de tipo enlaces de la nomenclatura

✓ 2,2-dimetil-dec-9-eno-3,5,7-trieno
 ✗ 2,2-dimetil-dec-3,5,7-ino-9-eno

7. El carbono principal más de 4 enlaces



✓ 4-isopropilhexa-2-ino
 ✗ 3-isopropilhexa-2-ino

8. Guardar el doble enlace y también organizar la nomenclatura

✓ 3,6-dimetil-6-etil-1-sec-butilciclohexa-2-eno-4-ino
 ✗ 1-sec-butil-6-etil-3,6-dimetil-1,2-ciclohexadien-4-ino

- Un alcohol cuaternario tiene mayor prioridad que un doble enlace al nombrarse la molécula orgánica

No es claro a que se hace referencia con un alcohol cuaternario, si se trata de un alcohol terciario, secundario, o primario, este tiene prioridad en cuanto a la numeración de la cadena, frente a un alqueno. Pero, en términos de nomenclatura, si es sustituyente de cadena, al nombrarse, se debe hacer en orden alfabético y si hace parte de la cadena principal, se asigna el sufijo *-ol*, al final.

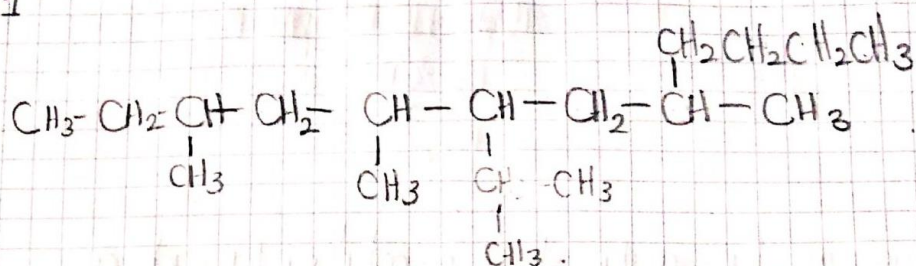
- ¿Cómo se nombraría una cetona que se encuentra al final de una cadena carbonada? Teniendo en cuenta que ellas tienen prioridad sobre los grupos alcoholes

Las cetonas no pueden ser terminales, si se encuentran al final de la cadena, es considerado un aldehído.

- Como nombraría un ácido carboxílico que se encuentra en medio de una cadena carbonada, dado que los ácidos carboxilos tienen la prioridad sobre todos los grupos funcionales.

Un ácido carboxílico no puede estar en el medio de una cadena carbonada, debe estar al principio, al final o como sustituyente de cadena.

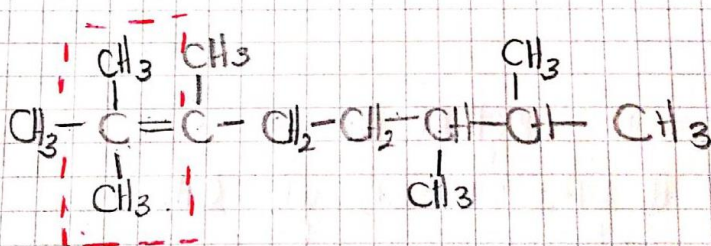
1



El primer error es que el nombre que se proporciono no se encontraban en orden alfabetico los radicales. Por lo tanto, otro error que es evidente, es la numeración de la cadena principal, ya que si se empieza del "Butil" la cadena es de 12.

Nueva Nomenclatura → 3,4,8-trimetil-6-isopropildodecano

②



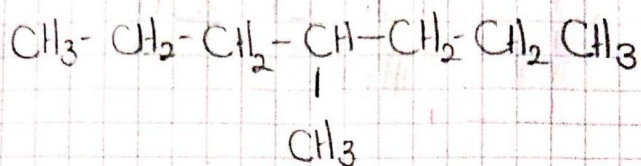
2,2,3,6,7-pentametil oct-2-eno

El error de esta estructura se encuentra en el carbono 2 ya que según la nomenclatura este cuenta con 2-metilete y además se encuentra el doble enlace del alqueno.

No cumple la ley del octeto

Nueva Nomenclatura 2,3,6,7-tetrametil oct-2-eno

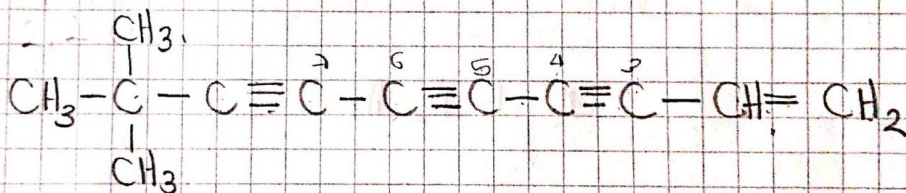
5



El error de esta molécula es que da una posición 5 y 3 pero no dice que radical.

4-metilheptano.

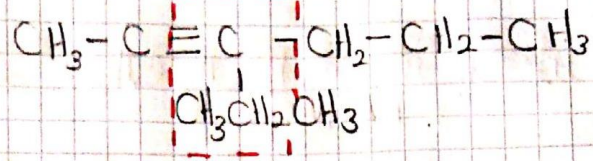
6



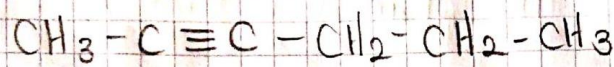
Como el hidrocarburo contiene dobles y triples enlaces, por lo tanto el error se encuentra en que el doble enlace tiene preferencia sobre el triple.

9,9-dimetil-dec-eno-3,5,7-ino.

7)

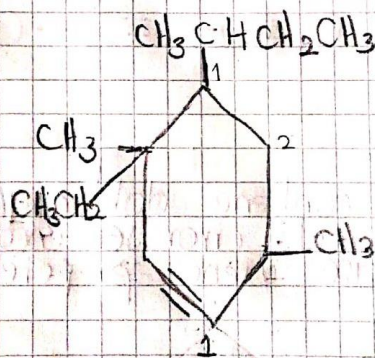


Según la nomenclatura el carbono n° 2 tiene un triple enlace, pero el carbono n° 3 también posee este enlace y un iso propil, por lo cual no se cumple con la ley del octeto



hexa-2-ino.

8)



El error de esta molécula se encuentra en la numeración del triple enlace, ya que este no es el C n° 4 si no el 1°

3-etil-3,6 dimetil-4 secbutil ciclohexino

4 y 5

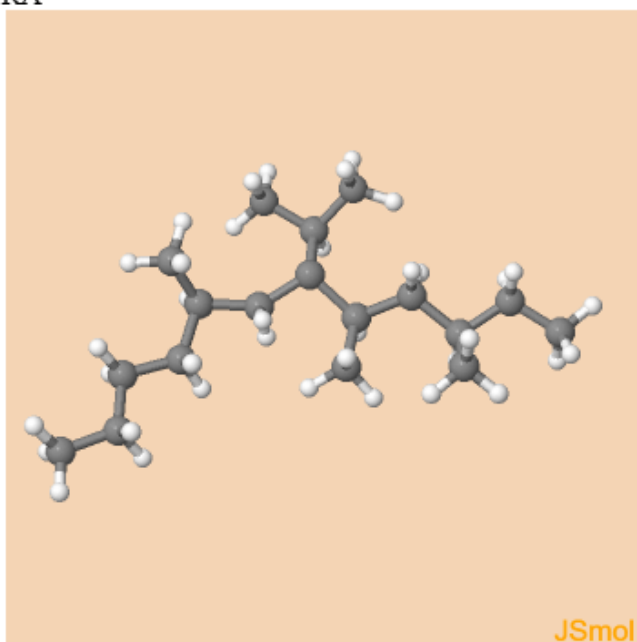
1. afirmación: No existen los alcoholes Cuaternarios. Sin embargo los Grupos Funcionales OH si tienen prioridad de los dobles enlaces.

2 afirmación: Si la cetona se encuentra en el final de la cadena, igual tiene prioridad para ser tomada como la principal. Se terminacion de la onda.

3 afirmación: Si el ácido carboxílico está en el medio y tiene prioridad sobre los grupos funcionales, se coloca la palabra ácido la posición del carbono y la terminación ico.

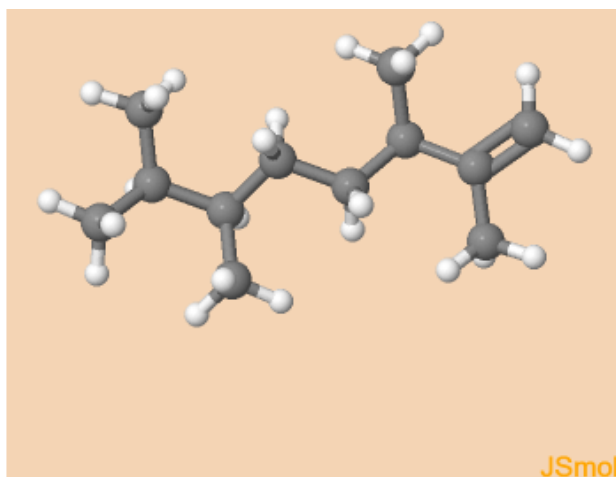
- 6-isopropil-3.5-dimetil-8-butilnonano

ESTRUCTURA



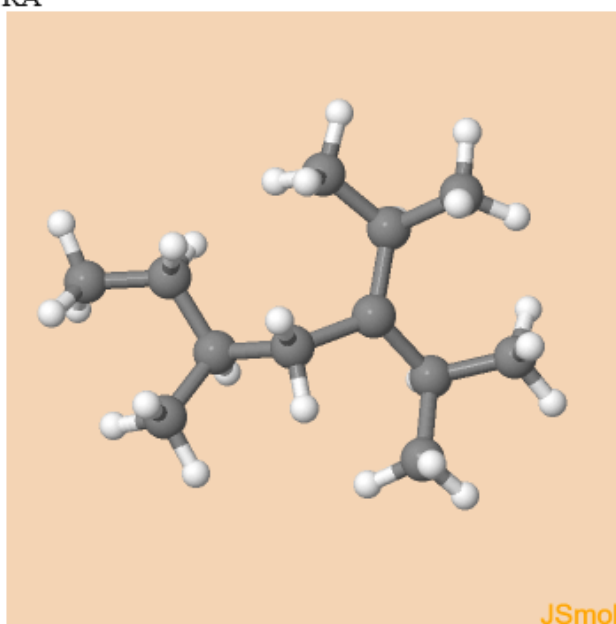
Corrección: 3,5-dimetil-8-butil-6-isopropilnonano

- 2,2,3,6,7-pentametiloct-2-eno



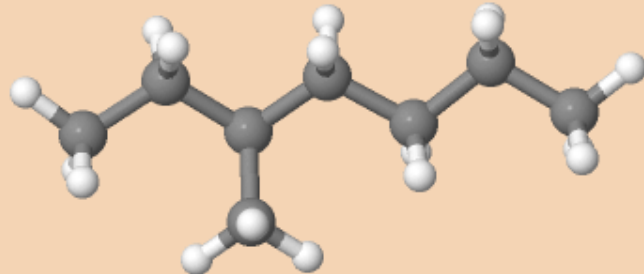
Corrección: 2,3,6,7-metil-eno-2

- 1-cloro-4-bromo-3,5-isopropilhexano
 - 5-etil-3-isopropil-2,8-dimetilhexano
- ESTRUCTURA



Corrección: 2-metil-5-etil-3-isopropilhexano

- 4-metil-5,3-heptano
- ESTRUCTURA

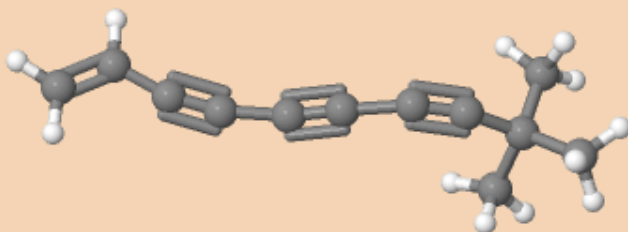


JSmol

Corrección: 4-metil-heptano

- 2,2-dimetil-dec-3,5,7-ino-9-eno

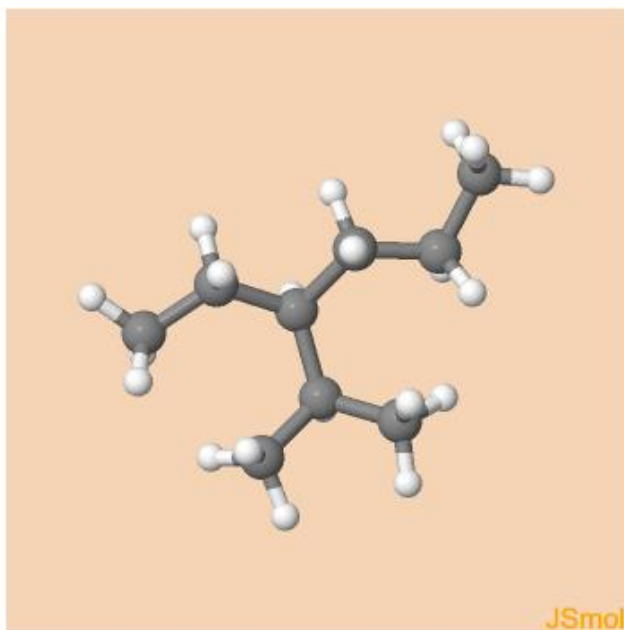
ESTRUCTURA



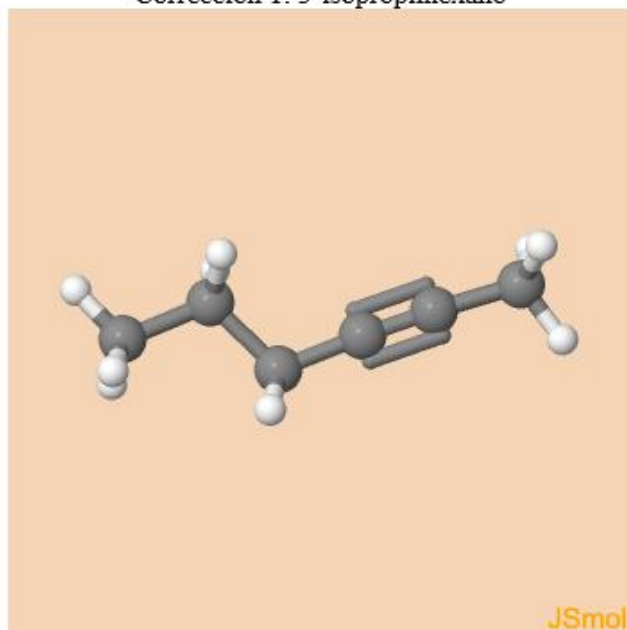
JSmol

Correcciones: 2,2-dimetil-dec-9-eno-3,5,7-ino

- 3-isopropilhexa-2-ino

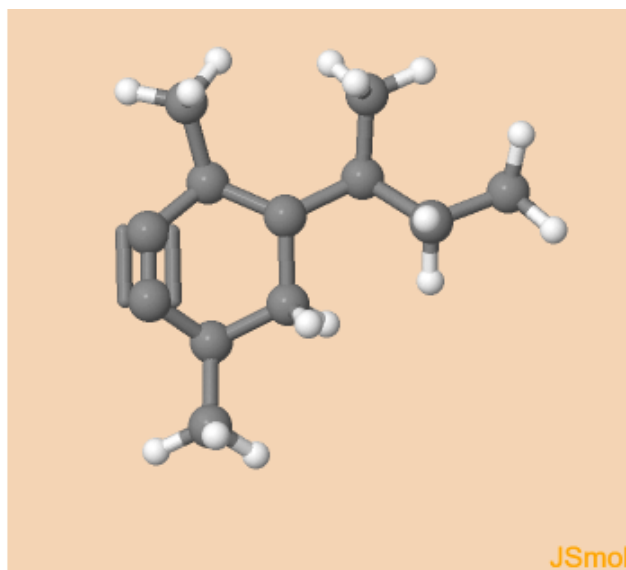


Corrección 1: 3-isopropilhexano



Corrección: 2-hexino

- 1-sec-butil-6-etil-3,6-dimetil-1,2-ciclohexadien-4-ino



Corrección: 1-sec-butil-3,6-dimetil- ciclohexadien-4-ino

Formación de estructuras orgánicas por su nombre

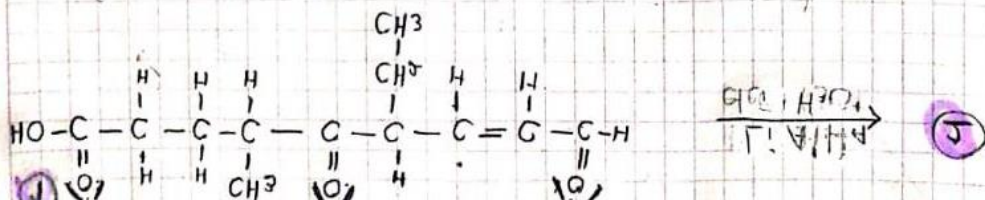
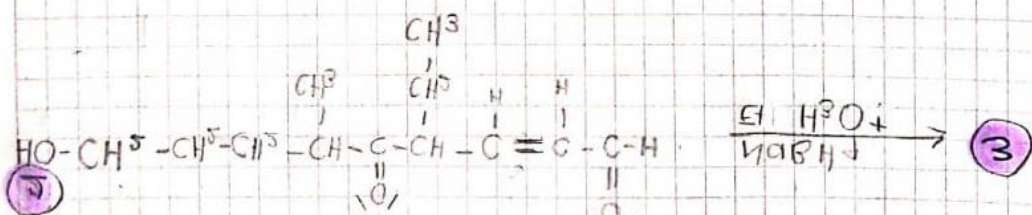
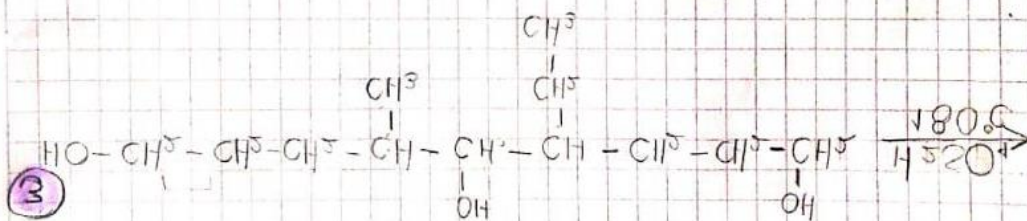
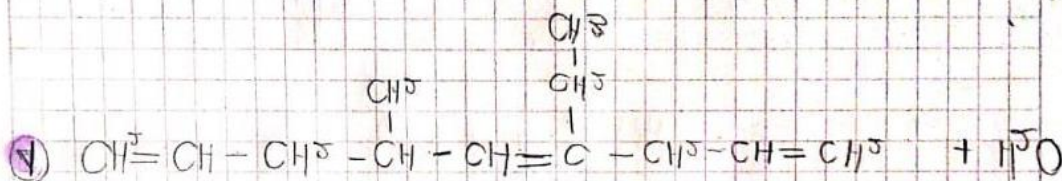
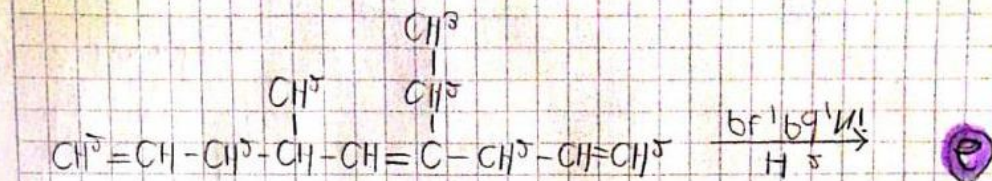
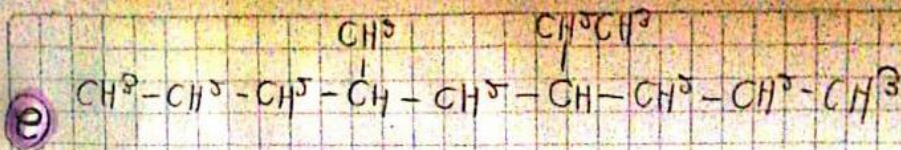
4. En cada párrafo existe una afirmación verdadera la cual se debe subrayar de verde y una falsa que se debe subrayar de rojo
5. Explique por qué subrayo la parte roja

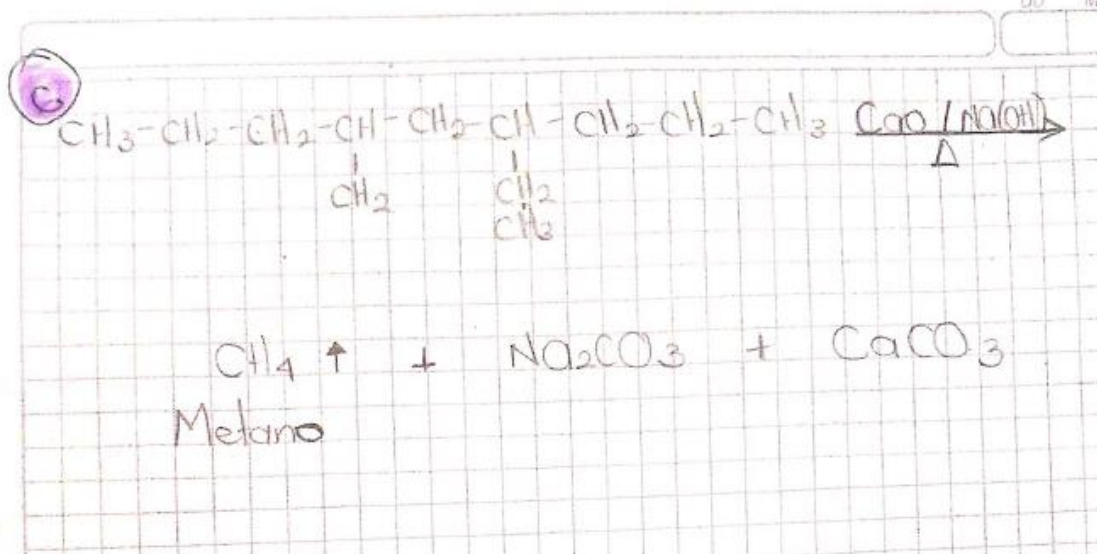
- Un alcohol cuaternario tiene mayor prioridad que un doble enlace al nombrarse la molécula orgánica
- ¿Cómo se nombraría una cetona que se encuentra al final de una cadena carbonada? Rta: En este caso la afirmación es falsa ya que si se encuentra al final de la cadena carbonada es decir en el último carbono el grupo funcional no correspondería a la cetona si no al aldehído,

Teniendo en cuenta que ellas tienen prioridad sobre los grupos alcoholes

- Como nombraría un ácido carboxílico que se encuentra en medio de una cadena carbonada, dado que los ácidos carboxilos tienen la prioridad sobre todos los grupos funcionales.

Si está en medio de una cadena carbonada es imposible de nombrar ya que solo tiene 4 enlaces disponibles, pero si se encuentra como sustituyen en una cadena principal se debe indicar en que carbono está el ácido carboxílico y posteriormente su terminación en ico.





2. Qué grupos funcionales ve en cada molécula del proceso

Aldehído
 cetona
 Ácido carboxílico
 Alqueno
 Alcano

3. Nombre de la molécula

Ácido 6-étil-9-formil-4-metil-5-oxonon-7-enico.

4. Realice un cuadro comparativo entre su ruta de reacciones y el proceso enzimático que realizaron los microorganismos

BIODIGESTOR	RX QUÍMICAS
Tiene la posibilidad de degradar moléculas complejas dando como productos metano y CO ₂ , usando en su totalidad residuos, desechos de la industria en subproductos útiles.	la eficiencia de las reacciones químicas es mucho menor además de ellos se requiere de reactivos con alto costo y mano de obra especializada, por lo que los costos son más elevados.
En la etapa hidrolítica la velocidad del proceso también depende de factores como el pH, temperatura, concentración de la biomasa utilizada y el tamaño de partícula.	Reacción de reducción empleando hidruro de litio y aluminio en medio ácido, para pasar de ácido carboxílico a alcohol.

<p>Fermentación: Bacterias facultativas llevan a cabo un proceso anaeróbico, en donde la oxidación de estas biomoléculas son reducidas a Ácidos, disminuyendo el pH</p>	<p>Reacción de reducción adicional, empleando borohidruro de sodio en medio ácido, para lograr pasar de aldehído y cetona a grupos alcohol.</p>
<p>En la fase acetogénica; las moléculas complejas como fenoles o ciclo alcoholes se convierten en ácido acético, CO₂ e hidrógeno.</p>	<p>Deshidratación de alcoholes con ácido sulfúrico para la obtención de una olefina.</p>
<p>La fase Metanogénica actúa como una descarboxilación del acetato para obtener metano, CO₂ y agua. Esta fase es una de las más sensibles, ya que la variación de los factores resultan tóxica para las bacterias, comparada con la anterior la descomposición con Cal es más fácil.</p>	<p>Hidrogenación catalítica para eliminar los dobles enlaces de la olefina y obtener una cadena alifática</p>
	<p>Reacción de descomposición empleando cal e hidróxido de sodio para descomponer el alcano anteriormente obtenido, en metano.</p>

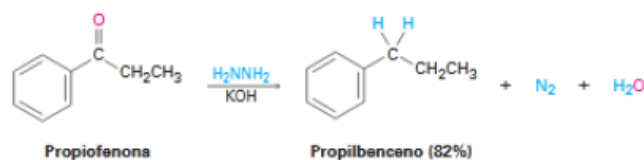
Etapa 1: adición nucleofílica de hidracina-la reacción de Wolff-Kishner.

Lo que se busca con esta etapa es atacar el grupo funcional cetona con el reactivo H_2NNH_2 en presencia de KOH, por lo cual se da a lugar aun alcohol más nitrógeno gaseoso y agua.

Imagen N°1. adición nucleofílica de hidracina-la reacción de Wolff-Kishner.

Adición nucleofílica de hidracina: la reacción de Wolff-Kishner

Una variante útil de la reacción de formación de iminas recién explicada involucra el tratamiento de un aldehído o de una cetona con hidracina, H_2NNH_2 , en la presencia de KOH. Llamado la **reacción de Wolff-Kishner**, el proceso es un método general y útil para convertir un aldehído o una cetona en un alcano, $R_2C=O \rightarrow R_2CH_2$.

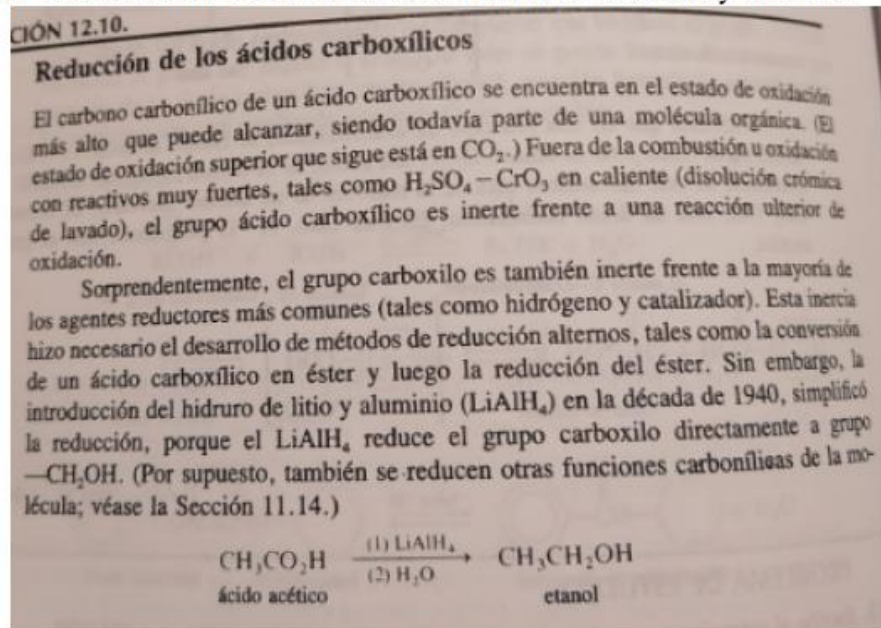


Tomado de: (McMurry. J., 2008).

Etapa 2: reducción de ácidos carboxílicos con hidruro de litio y aluminio.

Lo que se busca con este paso es atacar al grupo funcional del ácido carboxílico, empleando como reactivo una mol de hidruro de litio y aluminio para dar lugar a un alcohol.

Imagen N°2. reducción de ácidos carboxílicos con hidruro de litio y aluminio.

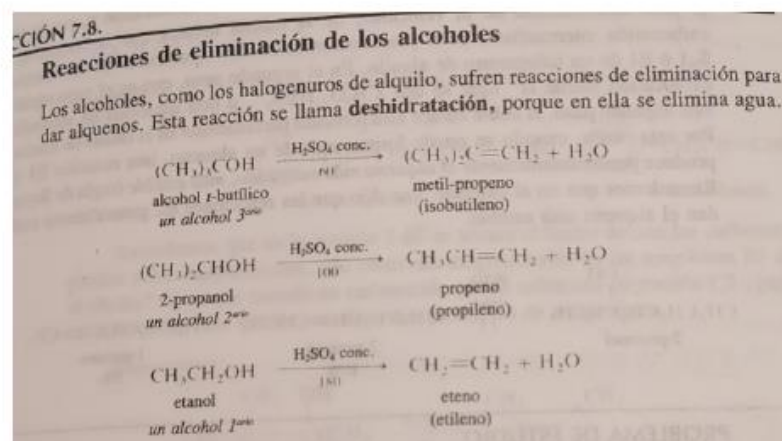


Tomado de: Tomado de: (Fessenden, R. ; Fessenden, J., 1979).

Etapa 3: deshidratación de alcoholes.

Ahora en este paso se emplea ácido sulfúrico concentrado a una temperatura de 85°C , en este caso se emplean dos moles de ácido sulfúrico para atacar el alcohol formado en la etapa 1 y el de la etapa 2. Así que se desplazan los OH y se forman dos dobles enlaces situados en posiciones diferentes.

Imagen N°3. Deshidratación de alcoholes.



Tomado de: Tomado de: (Fessenden, R. ; Fessenden, J., 1979).

Etapa 4: hidrogenación.

Reducción de los alquenos: hidrogenación

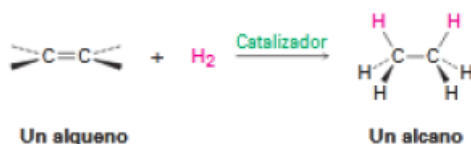
Los alquenos reaccionan con H_2 en presencia de un catalizador metálico para producir los alcanos saturados correspondientes como productos de la adición. Describimos el resultado al decir que el enlace doble ha sido **hidrogenado**, o *reducido*. Nótese que las palabras *oxidación* y *reducción* son utilizadas de manera un poco diferente en la química orgánica de la que pudo haber aprendido previamente. En química general, una reducción se define como la ganancia de uno o más electrones por un átomo; sin embargo, en química orgánica una **reducción** es una reacción que resulta en una ganancia de densidad electrónica por un carbono, causada por la formación del enlace entre el carbono y el átomo menos electronegativo o por el rompimiento del enlace entre el carbono y el átomo más electronegativo; exploraremos con más detalle este tema en la sección 10.9.

Reducción Incrementa la densidad electrónica en el carbono al:

– formar éste: C–H

– al romper uno de éstos: C–O C–N C–X

Una reducción:



Tomado de: (McMurry, J., 2008).

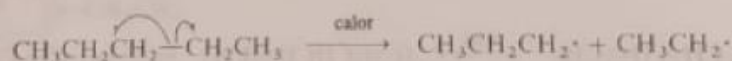
Seguidamente se realiza una deshidrogenación en donde se adicionará 5 moles de H_2 empleando un catalizador *Pt, Ni, Pd* en Δ . Con el fin de romper los dos dobles enlaces de la etapa 3, y también romper el grupo funcional alqueno y alquino que se encuentran en la molécula.

Etapa 5: Pirólisis.

En esta etapa se realiza la ruptura de la cadena carbonatada, obteniendo el compuesto pentano y aparte el 1-penteno.

A. Pirólisis

En la Sección 3.4C, definimos la **pirólisis** como la *descomposición térmica de compuestos orgánicos en ausencia de oxígeno*. Cuando las moléculas orgánicas se calientan a altas temperaturas, se rompen los enlaces sigma carbono-carbono y las moléculas dan fragmentos que son radicales libres. (La temperatura requerida para ello depende de las energías de disociación de los enlaces.) Este paso de fragmentación, llamado **homólisis inducida térmicamente** (ruptura homolítica producida por el calor), es la etapa de iniciación para una serie de reacciones de radicales libres. Las siguientes ecuaciones ilustran algunas de las reacciones pirolíticas posibles del pentano. (Hay otras posiciones posibles de ruptura y subsiguiente reacción.)



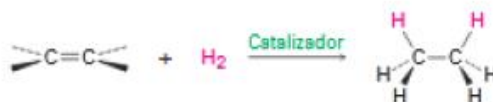
Una vez formados, los radicales libres iniciales pueden originar reacciones típicas de propagación, dando nuevos radicales libres. Por ejemplo, un radical libre puede sustraer un átomo de hidrógeno de otra molécula de pentano.

Tomado de: (Fessenden, R. ; Fessenden, J., 1979).

Etapas 6: hidrogenación.

Ahora realizamos una deshidrogenación en donde se adicionará 1 mol de H_2 empleando un catalizador *Pt, Ni, Pd* en Δ . para transformar el 1-penteno a pentano.

Una reducción:



Un alqueno

Un alcano

Tomado de: (McMurry, J., 2008).

Etapas 7: hidrogenación.

Por último si se quiere seguir reduciendo la cadena carbonatada se seguirán las etapas 5 y 6 sucesivamente hasta llegar al compuesto metano.

Marco metodológico

Propuesta del prototipo de biodigestor

A partir de la investigación por desarrollo es importante especificar que se tomaran valores vistos en el marco conceptual por estudios y procesos anteriores ya especificados como: la relación carbono nitrógeno, pH, porcentajes de los gases obtenidos en la biodigestión, así mismo como las capacidades del equipo a acoplar a la turbinas a gas, dado a que no se pueden realizar un control o una medida específica de estos valores dejándolos en la parte teórica literaria, se realizara la parte experimentalmente a los valores del volumen de biogás generado, donde se busca controlar el volumen de materia, el volumen de agua para realizar la fermentación, una temperatura inicial, el volumen de sólidos en la mezcla y las diferentes masas orgánicas a evaluar.

Teniendo en cuenta los anteriores equipos y las recomendaciones, lo primero para observar es el lugar en el cual se va a efectuar el biodigestor, inicialmente se busca un sitio con poca vegetación especificando zonas con pocos árboles o arbustos de gran tamaño o altura, evitando el inconveniente de raíces, la temperatura a la cual se encuentre el biodigestor en el medio, para aprovechar el clima a favor que suelen ser un máximo de 22 a 25°C bajo tierra, además de instalar en un lugar abierto en precaución de escapes de gases.

Planteamiento del biodigestor

El planteamiento del biodigestor depende de la cantidad de biomasa generada, siendo directamente proporcional la biomasa al volumen del reactor del biodigestor, donde esta empieza su trabajo en la recolección de la biomasa residual por ejemplo heces humanas, frutas y verduras en descomposición, desechos de cocina, etc. teniendo en cuenta los datos promedio que un ser humano defeca alrededor de 150g por día nos dará una totalidad de 4.5kg por mes según (Parra, 2014), donde se debe llevar en un 1:1 según (Herrero, 2008) lo cual nos dará un volumen dentro del reactor a 9L, así que la preparación diaria debe ser de un gramo a un mililitro mezclándolo o llevándolo a un proceso previo de molienda para no tener solidos disueltos, de esta forma tampoco se tendrán los problemas de la aglomeración microbiana en un solo sector del biodigestor.

Llenado del biodigestor

Posteriormente la mezcla pasara por un tubo llegando al biodigestor, que de acuerdo con el cálculo anterior para una persona el volumen mínimo debe ser 9L, por lo cual basándonos en (Arboleda & Gonzales, 2009) es preferible que el biodigestor se llene tres cuartas partes de biomasa y una cuarta libre para evitar daños por la presión adicional del gas generados en el biodigestor, de esta manera se busca un volumen en el biodigestor de 11.5L, se debe realizar una

agitación una vez al día del sistema, evitando la aglomeración microbiana, debido a las diferentes temperaturas y dado que no se tiene una manta de calentamiento adecuada para el equipo, es preferible dejarlo bajo tierra, así se evita la pérdidas de temperatura en mayor escala.

Productos del biodigestor

Existen 2 salidas del biodigestor, una que va en la parte inferior la cual dependiendo del lugar que se encuentra bajo tierra pueda existir una salida con solo una válvula y ayuda de la gravedad para deshacerse todo el Biol generado, llevándolo a campos abiertos como fertilizante, pero si este se encuentra en una zona imposible de sacar una tubería bajo de él, se debe adecuar una bomba que realice el desplazamiento del Biol generado a la superficie del reactor, según (Moreno, 2011) la masa líquida generada será el 90% de la suministrada como biomasa, la cual nos dará un residuo en forma de Biol de 8,1L por persona, ahora veremos la salida superior por donde sale el biogás donde según (Herrero, 2008) por cada 1,2 kg de materia fecal humana se produce 1 m³ de biogás, de esta forma en teoría se forma 3,75 m³ por persona, el cual será guardado debido que la totalidad del gas se produce dentro de un mes del proceso de fermentación a una temperatura de 20°C según (Arboleda & Gonzales, 2009).

Producción de energía

Por último el biogás será llevado a un equipo de micro turbinas de gas, el cual toma el mínimo de gas de 8m³ (Hernandez & Gomez, 2012) pero según lo indagado por (Arboleda & Gonzales, 2009) el metano producido está a un 70%, y el equipo funciona con un 35%, de esta forma se alimenta con aire teniendo un nuevo volumen de 7.5m³, con este parámetro es necesario un reajuste donde el nuevo biodigestor no puede ser alimentado por una si no mínimo por 2 personas, así mismo cambiaran todos los datos de producción mensual, en primer lugar una entrada de heces fecales de 9kg que se llevan a 18L homogenizando la mezcla, el nuevo volumen del reactor sería de 23L del cual saldrán 21L de Biol, produciendo finalmente 7.5m³ que al alimentarse con aire antes de entrar al equipo de micro turbinas sería un total de 15m³, lo cual produce entre 56.25 a 468.15kw, energía suficiente para el uso de 2 personas que según las empresas de energía EPM un total mensual de 376kw (EPM, 2020) siendo lo anterior los cálculos establecidos planteando todo desde una parte teórica.

Experimentación

Se tomarán 3 envases de plástico de 2L, por lo que el máximo de materia orgánica debe ser 783g y a un volumen máximo de 1,567L, para evitar inconvenientes y trabajar un valor más preciso se utilizaran 250g de materia orgánica natural aparentemente sin hongos y 500g de materia orgánica residual, el cual pasara primero a un proceso de molienda, para reducir al máximo el tamaño de partícula que se llevara a un litro con agua previamente calentada a

30°C y 50°C por aparte, se procederá a enterrar bajo tierra por un mes para evitar pérdidas de energía en mayor escala, el envase es su parte superior tendrá una salida con una manguera sellando toda entrada de aire, la manguera desembocara en una trampa de agua, en la cual el volumen que se desplaza por el gas será la medida a tomar determinando la eficiencia de dicho proceso, finalmente se realizaran los cálculos correspondientes vistos analizados desde las indagaciones anteriores ya escritas en el documento.

Procedimientos

En el primer mes de la prueba se empleará 3 fermentaciones, se tendrá una masa de 200g en cascaras de frutas, tubérculos y otros desperdicios de cocina en un primer fermentador casero, en el segundo de frutas y verduras en descomposición y el tercero con 235g heces fecales, se pasarán a un proceso de moliendo para eliminar la mayor parte sólida y tener un mejor mezcla homogénea de un litro en cada uno de los fermentadores a una temperatura inicial de 30°C tomados con un termómetro, se determinó cambiar los valores de las mezclas iniciales dado que en el caso de los residuos naturales la contextura de la mezcla era altamente viscosa, mientras que la mezcla de residual no modernizaba mostrando solidos suspendidos en ella, posteriormente fueron enterrados dejando la bocada de la botella afuera, la cual será sellada con la tapa evitando la entrada de aire y solo saldrá la manguera de la parte superior que llega a la trampa de agua, diariamente se sacaran las botellas y se agitaran levemente de 2 a 3 minutos, luego se volverán a enterrar, se realizara un control diario del desplazamiento de agua provocado por el gas durante un mes, luego se lavarán y se secan las botellas para reproducir el mismo proceso con el cambio de temperatura a 50°C.

Resultados de los biodigestores

En las siguientes tablas se puede observar los resultados obtenidos de los 30 días de cada biodigestor, en la tabla número 1 se observan los resultados donde primer biodigestor fue llenado con residuos de cascaras de frutas y tubérculos en el segundo con residuos vegetales en descomposición y en el tercero con heces fecales todos a una temperatura inicial de 30°C.

Tabla 1.

Resultados de los biodigestores a una temperatura inicial de 30°C

Día	Primero	Segundo	Tercero
0	0	0	0
1	0,7	1,1	1,8
2	1,2	1,9	3,5
3	1,8	2,9	5,1

4	2,3	3,7	5,7
5	3	4,4	7,2
6	3,7	4,7	7,5
7	4,2	5	8,3
8	4,5	5,4	9,6
9	5,1	5,7	10,4
10	5,6	5,9	11,1
11	5,8	6	11,7
12	5,8	6,1	12,3
13	6	6,4	12,8
14	6,1	6,7	13,4
15	6,1	7	14
16	6,1	7,2	14,4
17	6,2	7,2	15
18	6,2	7,4	15,6
19	6,2	7,4	15,8
20	6,2	7,5	16
21	6,2	7,5	16,2
22	6,3	7,5	16,3
23	6,3	7,5	16,6
24	6,3	7,6	16,8
25	6,3	7,6	17
26	6,3	7,6	17,3
27	6,3	7,6	17,3
28	6,3	7,6	17,4
29	6,4	7,6	17,4
30	6,4	7,7	17,5

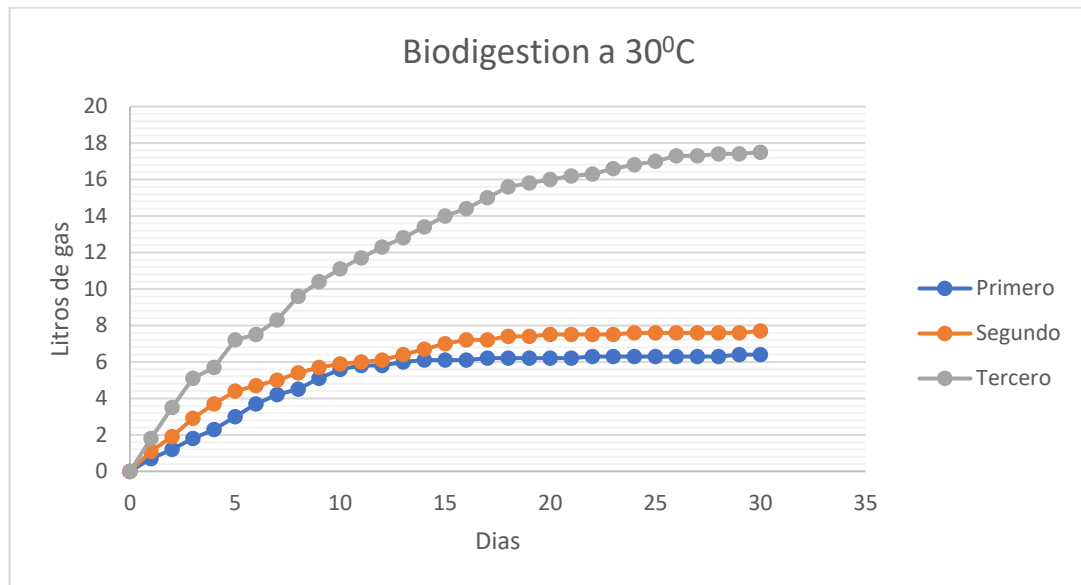
Fuente propia

Nota: Valores obtenidos en los primeros 30 días de experimentación con los biodigestores a 30°C.

Con la siguiente información se emplea la gráfica numero 1 donde se compara la eficiencia de biodigestor en torno al volumen de gas producido en litros.

Grafica 1.

Resultados de los biodigestores a una temperatura inicial de 30°C Fuente propia



Nota: Valores obtenidos en los primeros 30 días de experimentación con los biodigestores a 30°C.

En las siguientes tablas se puede observar los resultados obtenidos de los 30 días de cada biodigestor, en la tabla número 2 se observan los resultados donde primer biodigestor fue llenado con residuos de cascara de frutas y tubérculos en el segundo con residuos vegetales en descomposición y en el tercero con heces fecales todos a una temperatura inicial de 50°C.

Tabla 2.

Resultados de los biodigestores a una temperatura inicial de 50°C

Dia	Primero	Segundo	Tercero
0	0	0	0
1	0,8	1,1	2,4
2	1,4	1,9	5,2
3	1,8	2,9	6,3
4	2,1	3,7	7,8

5	2,4	4,4	8,3
6	3,7	4,7	9,4
7	4,6	5	10,3
8	5,2	5,4	11,7
9	5,9	6,6	12,5
10	6,2	6,7	13,3
11	6,5	7,3	13,9
12	6,6	7,8	14,4
13	6,8	7,9	14,9
14	7,1	7,9	15,4
15	7,1	8	15,8
16	7,1	8	16,6
17	7,2	8	17,2
18	7,2	8,1	17,3
19	7,3	8,1	17,3
20	7,3	8,1	17,3
21	7,4	8,1	17,4
22	7,4	8,2	17,4
23	7,4	8,2	17,5
24	7,5	8,2	17,5
25	7,5	8,2	17,6
26	7,6	8,2	17,7
27	7,6	8,2	17,7
28	7,7	8,2	17,7
29	7,7	8,2	17,8
30	7,7	8,2	17,8

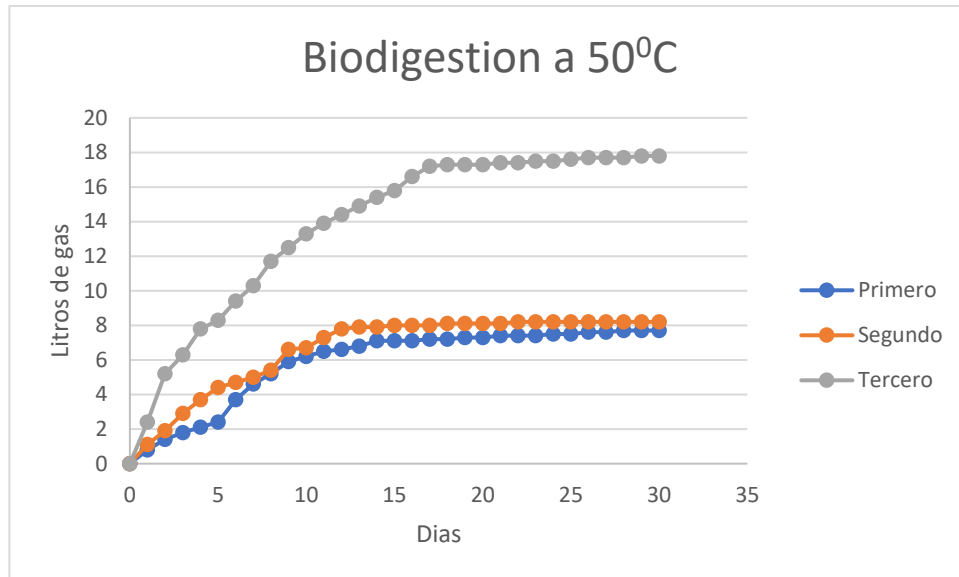
Fuente propia

Nota: Valores obtenidos en los segundos 30 días de experimentación con los biodigestores a 50°C.

Con la siguiente información se emplea la gráfica numero 2 donde se compara la eficiencia de biodigestor en torno al volumen de gas producido en litros.

Grafica 2.

Resultados de los biodigestores a una temperatura inicial de 50°C



Fuente propia

Nota: Valores obtenidos en los segundos 30 días de experimentación con los biodigestores a 50°C.

Toman el mejor volumen obtenido se realiza el siguiente calculo, tomando como referencia que solo el 70% es metano y que el equipo solo necesita un 35% y lo demás se llena con aire para su funcionalidad.

$$17.8L * \frac{1 m^3}{1000L} * \frac{70\%}{100\%} * \frac{100\%}{35\%} = 0.0356m^3$$

Con los bajos resultados obtenidos con el biogás no se puede alimentar las microturbinas a gas dado que estas necesitan como mínimo 8m³ y con los cálculos correspondientes a la teoría se necesita un volumen mínimo de 2.8 m³, por lo cual mínimo se necesitarían otras 224 personas para llegar al volumen mínimo 468.15kw.